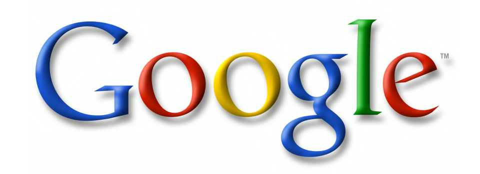


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

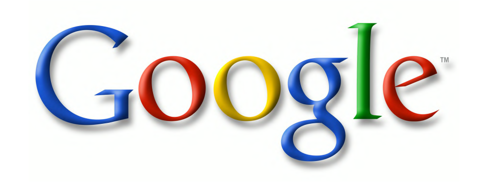
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

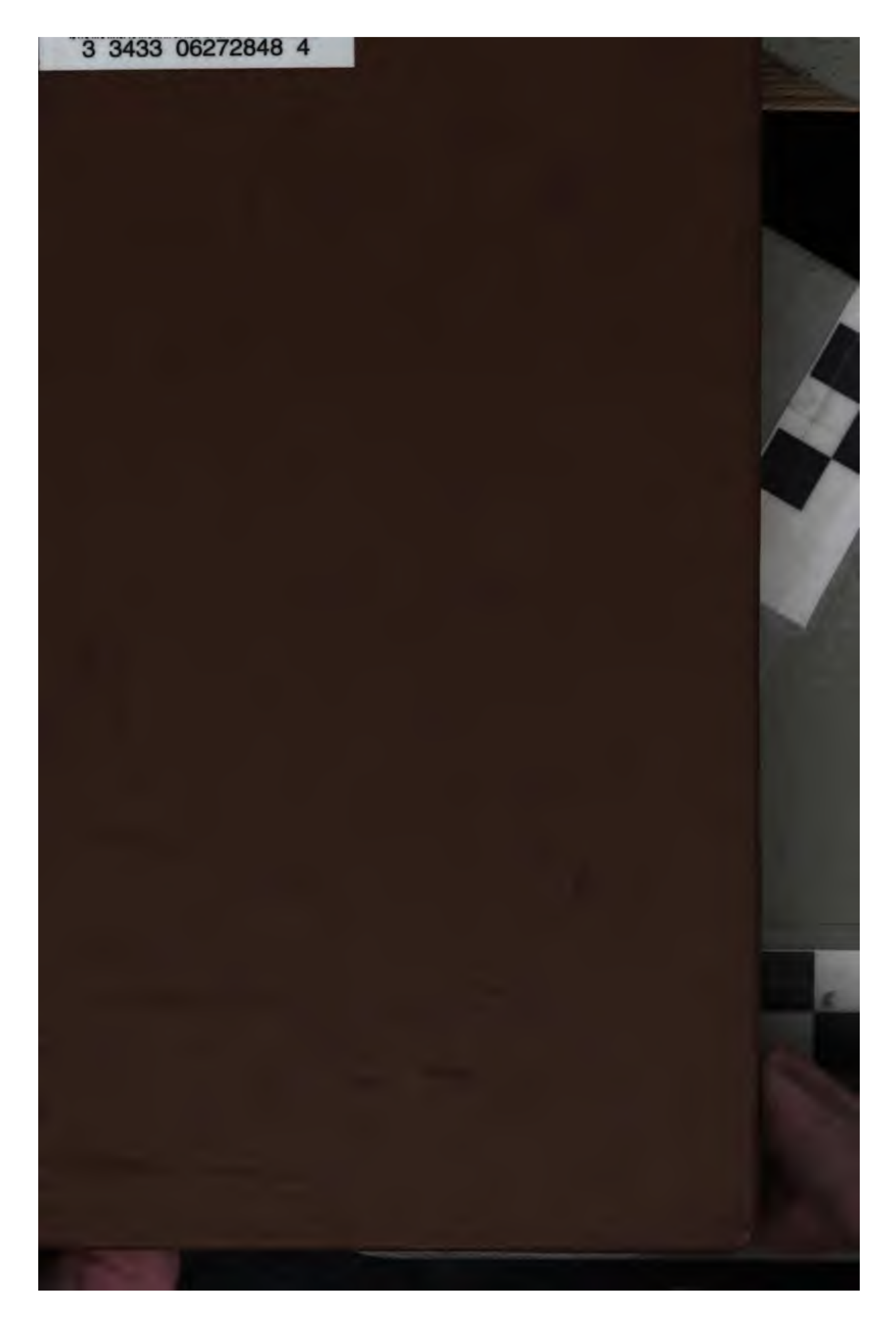
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


3 3433 06272848 4



VOE

Payen

Chemical technology

SnD

Fr (S)

COURS

DE

CHIMIE ORGANIQUE.

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE E.-J. BAILLY,
Place Sorbonne, 2.

MANUEL DU COURS

DE

CHIMIE ORGANIQUE

APPLIQUÉE

AUX ARTS INDUSTRIELS ET AGRICOLES;

PROFESSÉ

AU CONSERVATOIRE ROYAL DES ARTS ET MÉTIERS

PAR M. PAYEN,

Membre de l'Institut;

A l'usage des Manufacturiers, des Agronomes, des Écoles Industrielles et Commerciales, etc.

Rédigé et Annoté

PAR

M. JULES ROSSIGNON,

Professeur suppléant au Collége royal de Bourbon,

ET

M. J.-JULES GARNIER,

Professeur à l'École du Commerce de la place du Trône, et à l'École Néopédique.

TOME PREMIER.

WITHDRAWN

THE PROPERTY OF THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY

PARIS.

N. BÉCHET FILS, ÉDITEUR,

RUE DE SORBONNE, 14, EN FACE L'ACADÉMIE.

1842

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
298128B
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1944 L

Jusqu'ici les auteurs qui ont voulu décrire les procédés des différentes fabrications se sont éloignés de la bonne voie. Négligeant de traduire le langage de la fabrique, ils se sont bornés à de simples aperçus et à des termes purement théoriques; de plus, ils ont oublié les détails qui font la réussite des opérations.

Le titre de notre ouvrage en indique assez le but et l'importance pour nous dispenser d'entrer dans de longues explications à ce sujet. Le cours de M. Payen s'adresse essentiellement aux manufacturiers et aux agronomes; il offre aux gens du monde le côté positif de la chimie, et excite l'ar-

deur et le zèle des jeunes gens pour une science qui offre tant de belles applications.

En publiant les bonnes leçons pratiques de notre excellent maître, nous croyons répondre non seulement au désir des nombreux auditeurs du Conservatoire, mais encore aux besoins des personnes que leurs occupations ou la distance empêchent d'assister à un cours dont l'importance est si généralement sentie.

N. B. Les annotations des auteurs consisteront dans le développement théorique de quelques phénomènes que M. Payen n'aurait pas le temps d'aborder, et dans la comparaison de nos procédés à ceux des étrangers.

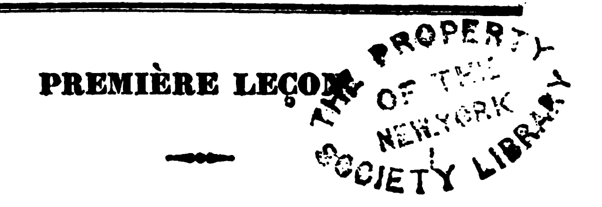
J. R. ET J.-J. G.

COURS
DE CHIMIE ORGANIQUE

APPLIQUÉE

AUX ARTS INDUSTRIELS ET AGRICOLES.

PREMIÈRE LEÇON.



COMPOSITION CHIMIQUE DES PLANTES.

Tissu organisé des végétaux. — Tissu cellulaire. — Tissu vasculaire, tissu ligneux, etc. — Observations microscopiques. — Cellulose, propriétés physiques, ivoire végétale (*phytelephas*), lichen d'Islande. — Tissus textiles (lin, chanvre, coton, phormium tenax, agave, etc.). — Cellulose et amidon. — Coloration par l'iode, désorganisation par le chlore. — (Décoloration des tissus et du papier par cet agent.) — Composition chimique de la cellulose. — Altération de la cellulose. — Albumine végétale. — Azote dans l'économie végétale.

Les végétaux et tous leurs organes sont composés d'un tissu qui n'est que l'assemblage de cellules juxtaposées; on a donné à cette réunion de cellules le nom de *tissu cellulaire* (*utriculaire* quelquefois). Tous les organes des végétaux sont donc composés de tissu cellulaire; or, il est inutile

d'ajouter, pour l'intelligence de ce fait, que le tissu cellulaire est le squelette, la charpente du végétal.

Le tissu cellulaire est formé de cellules, mais ces cellules varient infiniment par leur forme, leur adhérence, l'épaisseur de leurs parois. Ce sont ces différences qui ont fait diviser le tissu cellulaire en tissu cellulaire proprement dit, en tissu vasculaire et en tissu ligneux.

Le tissu cellulaire proprement dit est formé de cellules généralement arrondies; c'est lui qui sécrète les différens principes immédiats, tels que la *fécule*, la *mannite*, l'*inuline*, le *sucre*, etc.

Le tissu vasculaire est formé par la réunion de cellules allongées, communiquant les unes dans les autres et formant des tubes plus ou moins serrés, plus ou moins ténus, servant de méat aux fluides nourriciers du végétal. On distingue aussi dans les végétaux les vaisseaux propres, qui font nécessairement partie du tissu vasculaire et qui sécrètent des *sucs propres*.

Le tissu ligneux est formé par la réunion de cellules allongées qui communiquaient autrefois entre elles, mais qui sont remplies de matière incrustante et offrent ainsi une grande ténacité; le tissu ligneux n'est autre chose que du tissu vasculaire, ayant vieilli, c'est-à-dire ayant cessé de fonctionner et s'étant oblitéré (1). Le tissu ligneux

(1) De là il est aisé de comprendre la formation des différentes couches du bois connues sous les noms de liber,

constitue le bois proprement dit (ligneux de quelques chimistes), et les fibres tenaces du chanvre, du lin, de l'agave, du phormium tenax, etc. C'est à cette matière incrustante, dont nous venons de parler, et qui diffère un peu par sa nature du corps de la cellule, que ces fibres doivent leur dureté et leur inaltérabilité.

Toutes les cellules, de quelque nature qu'elles soient (propres, vasculaires, ligneuses), comprennent entre elles des espaces ou vides plus ou moins grands, qu'on a appelés *espaces intercellulaires;* tantôt ces espaces sont remplis de matière incrustante, tantôt ils sont vides ou remplis d'air. Le tissu cellulaire de la pomme nous en offre un exemple frappant: en effet, si l'on vient à comprimer entre les doigts un quartier de ce fruit, on le verra devenir plus opaque qu'auparavant; si l'on en met un morceau sur l'eau, on le verra surnager. Quelquefois on trouve dans les espaces intercellulaires des principes immédiats particuliers, tels que la résine, la gomme, les huiles essentielles.

Pour donner une idée de l'état sous lequel ces principes immédiats se trouvent dans les cellules

aubier, cœur ou bois proprement dit. Le liber comprend la masse des vaisseaux (cellules vasculaires); l'aubier est formé de la réunion des cellules vasculaires commençant à s'oblitérer, et, le cœur, les cellules ligneuses ou cellules vasculaires entièrement oblitérées et remplies de matière incrustante. (Note des Rédacteurs.)

végétales, il ne sera pas déplacé de dire ici quelques mots de l'accroissement régulier des cellules, qui nous explique parfaitement l'accroissement successif du végétal tout entier, des couches du bois, etc.

On peut dire qu'il n'y a point de partie du végétal qui ne commence *à priori* par être une cellule. Selon le mode d'accroissement, on distingue à quelle sorte de tissu elle appartient. Tantôt on distingue au microscope des utricules ou cellules infiniment petites nager dans un liquide contenu dans l'enveloppe de la cellule, et qui bientôt viennent s'ajouter à celle-ci et la grossir d'autant; de sorte que la cellule croît du centre à la circonférence (1). Ce fait s'observe très bien dans la racine du dattier. Peu à peu toute la partie liquide que contenait la cellule a formé autant d'élémens qui doivent s'ajouter à celle-ci et la remplir tout-à-fait; dans ce cas nous avons affaire à une cellule ligneuse. Tantôt la cellule a tout-à-fait la forme d'une petite outre, ses parois sont très minces, et contient un liquide dans lequel nagent des petits globules opaques (2). Cela dénote une

(1) Ce fait est très facile à remarquer dans la souche des iridées, des crocus, etc.

(2) Il en est de même pour les liquides qui sont contenus dans les vaisseaux propres et dans les espaces intercellulaires. Lorsqu'on examine au microscope le suc jaune contenu dans la racine de l'éclaire (*chelidonium*, famille des papavéracées), on voit de petits globules colorés nager dans un

cellule proprement dite, comme celle de la pomme de terre, et tous les petits globules en question sont autant de grains de fécule. Quand la cellule est de forme allongée, qu'elle communique avec une autre par un des points de sa surface, et qu'on remarque dans ce conduit un liquide incolore ou même visqueux (1), on peut en conclure qu'on a affaire à une cellule vasculaire ou à un vaisseau. Nous dirons enfin qu'on nomme *trachées* des petits vaisseaux très ténus qui servent à conduire de l'air dans diverses parties de la plante : ces trachées ont quelque analogie avec les trachées des insectes; elles sont très remarquables même à l'œil nu dans les feuilles des moscharis.

La forme des cellules varie à l'infini, et cette forme vient aussi expliquer leurs fonctions. Ainsi, dans les feuilles, organes respiratoires de la plante, elles sont très irrégulières, de sorte qu'elles présentent de grands espaces intercellulaires dans les-

liquide incolore. Ce suc, que nous avons reconnu être de nature gommo-résineuse, vient expliquer comment toutes les gommes résines se trouvent sécrétées dans le végétal, et comment venant, sous forme laiteuse, à exsuder de la plante, elles se concrètent à l'air, en abandonnant le liquide qui leur servait de véhicule.

(1) Lorsque le liquide contenu dans les vaisseaux est incolore, c'est de la *sève ascendante,* c'est-à-dire se rendant dans les organes respiratoires de la plante pour s'y charger de principe nutritif ; et lorsqu'il est visqueux, c'est de la *sève descendante,* c'est-à-dire, qui a subi l'acte respiratoire et s'est chargé de principe vivifiant (cambium).

quels l'air peut circuler; dans l'épiderme, au contraire, elles sont irrégulières, mais s'enchevêtrent les uns dans les autres de manière à donner à ce tissu plus de force et plus de résistance (1).

L'état d'agrégation des cellules est, disons-nous, très varié. En effet, tantôt l'épaisseur de la paroi d'une cellule est plus grande que l'espace intercellulaire, et tantôt l'espace est beaucoup plus grand que toute la cellule : ce fait, que nous démontre l'observation au microscope, explique la nature dure de certains bois et de quelques périspermes, ainsi que l'état mou et peu résistant de quelques feuilles et de certains fruits, etc. Ainsi, le périsperme du fruit d'une certaine espèce de palmier est d'une si grande agrégation et offre une telle dureté, qu'on s'en sert en tabletterie pour les mêmes usages que l'ivoire, avec lequel il a une grande analogie, surtout sous le rapport des propriétés physiques; c'est ce qui lui a fait donner le nom de *phytelephas* (φυτον, plante; ελεφας, dent d'éléphant, ivoire), ou *ivoire végétal*. On en fait aux colonies des pommes de cannes, des tabatières, des petits vases, des dames à jouer, etc. Ce fruit a la grosseur d'un œuf.

(1) L'épiderme, dans quelques végétaux, avait besoin de présenter cette résistance et cette imperméabilité. En effet, comment les cactus et autres plantes grasses qui croissent sous la zone torride, retiendraient-ils l'eau qu'ils contiennent en abondance, s'ils n'étaient protégés par un épiderme de cette nature? (M. Payen, cours de 1839.)

La membrane cellulaire des lichens d'Islande (*cetraria Islandica*) est, au contraire, tellement molle et désagrégée, qu'à l'aide de l'ébullition dans l'eau elle procure une gelée qu'emploient souvent les pharmaciens, après avoir enlevé à cette plante son amertume par un lavage à l'eau ou à l'esprit de vin. Ce sont des lichens d'une nature analogue, recouverts par la neige de la Laponie, qui servent d'aliment aux rennes. Enfin les poires nous montrent, dans les matières dures et pierreuses qu'elles contiennent souvent, combien le tissu cellulaire est susceptible d'agrégation.

Malgré les variations innombrables que nous présente la membrane végétale dans ses caractères physiques, elle est on ne peut plus simple dans sa composition chimique. Quelle que soit la nature des cellules qui la composent, c'est constamment le même corps, avec les mêmes propriétés chimiques; en un mot, c'est de la cellulose. Le nom de cellulose, que lui donna M. Dumas, ne fut pas trouvé exact dans le principe, parce qu'on pensait que les vaisseaux, les fibres ligneuses n'étaient point des cellules; aujourd'hui on ne saurait trop reconnaître la justesse de cette dénomination. Ainsi, il est facile d'expliquer pourquoi les chimistes ont cru voir dans divers tissus végétaux des corps différens, et l'abus des noms qu'ils leur ont donnés. C'est ainsi qu'on devra faire disparaître de la nomenclature les noms de *fungine*, de *liche-*

nine, de *lignine* qui avaient été donnés à la membrane cellulaire (cellulose) des champignons, des lichens, du bois, etc.

Revenons aux sécrétions végétales. Si l'organisation de la charpente végétale nous offre quelque analogie avec celle des animaux, les sécrétions et les produits sécrétés ne nous offriront pas moins de contrastes frappans. L'albumine végétale est identique à l'albumine animale (blanc d'œuf, albumine du sang); le gluten est une substance appelée quelquefois avec raison végéto-animale, et comparable au caséum; on le rencontre dans les cellules du périsperme des céréales, et notamment du froment.

L'amidon, renfermé dans les cellules des pommes de terre, des tubercules d'oxalis crenata, etc., offre la plus grande similitude avec la cellulose. L'inuline est un principe immédiat renfermé dans les cellules des dahlias, des topinambours, de l'inula helenium; elle est analogue à la fécule; le sucre de cannes est contenu dans les racines de betteraves, dans l'arundo saccharifera (canne à sucre); la glucose (sucre de raisin) dans les malléoles des fruits sucrés, du raisin notamment: c'est un des produits de la désagrégation de la cellulose et de la fécule. Enfin les matières colorantes, les huiles fixes et essentielles, les alcalis végétaux, et même les sels minéraux, sont renfermés dans les cellules qui composent la charpente plastique des végétaux.

Comme on le voit, non seulement les plantes sécrètent des alcalis végétaux, mais elles renferment aussi des alcalis minéraux et des sels qu'elles ont puisés dans le sein de la terre et qu'on retrouve par l'incinération (1). Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la cristallisation de quelques uns de ces sels qu'on retrouve parfois dans l'économie végétale, et qui est modifiée par l'état cellulaire de l'organe sécréteur. Ce fait intéressant a été communiqué dans ces derniers temps par M. Payen à l'Académie des sciences. Un physiologiste allemand, Meyer, avait constaté, sous l'épiderme de quelques espèces de figuier, par conséquent dans l'épiderme même de la feuille, des masses de substances minérales cristallisées. M. Payen a étudié l'origine, la nature et la distribution de ces substances, et de plus il a découvert que la nombreuse famille des urticées offre plusieurs exemples de ces concrétions (feuilles des mûriers, pariétaire, figuier, etc.).

Dans les figuiers, ces cristaux composés de substance calcaire (carbonate de chaux) sont sécrétés par un organe particulier qui se compose de deux

(1) « Sans les végétaux, dit Liebig, dans son Introduction à la chimie organique, les alcalis disparaîtraient bientôt de la surface de la terre. » La cristallisation, la nature chimique des sels minéraux retrouvés dans les plantes, indique l'état dans lequel la matière a été absorbée ; si elle a été modifiée par l'acte de la végétation et même de l'organisation du végétal ; la solubilité, surtout, doit être prise en considération.

nine, de l' ... a face in-
brane cel' ... gue aux tis-
lichens, ... e à toutes les
Reve ... ssu formé de
sation d ... épose la solu-
analogi ... ies, et qui est
les pro ... xtrémité du cor-
de ce ... s de parler.
ident ... seulement quant à
bum ... es intégrantes; leur
pelé ... ue sur l'une ou l'au-
con ... même sur toutes les
cel' ... inconstante. Toute-
du ... es se manifestent tou-
... entre des plantes voi-

m
o ... trouvées dans les poils
J ... papyrifera (mûrier de
... etc.) ont été trouvées
... s une seule feuille de

... bonate de chaux affec-
... es d'oxalate calcaire trou-
... ariétaire, sont en aiguil-
... ment fins et allongés, et
... e chaux ne se rencontre
... res.

... miner l'énumération de ces
... qui résulte d'expériences faites
... sur des plantes d'espèces différen-

tes, mais appartenant à un même genre, que la proportion variable de carbonate de chaux semble venir à l'appui de l'opinion des physiologistes qui ne pensent pas que les végétaux puisent indifféremment dans le sol les diverses substances minérales en dissolution auprès de leurs racines.

L'albumine végétale, renfermée en grande quantité dans les tissus végétaux, appelée tantôt à lubréfier l'intérieur des vaisseaux, et remplissant des fonctions analogues à celles de la membrane muqueuse des animaux, tantôt accompagnant les principes immédiats qu'elle semble protéger, communique aux cellules ligneuses, et par conséquent au bois, le défaut d'éprouver la putréfaction sèche ou humide ; et cela se conçoit d'autant mieux, que nous savons que l'albumine est de nature azotée et identique à une matière animale, c'est-à-dire putrescible au plus haut degré. C'est à l'absence de ce principe et à l'agrégation des fibres ligneuses, que le bois d'acacia doit de se conserver sans altération dans un milieu où tous les autres bois éprouveraient la putréfaction sèche ou humide (1). Ainsi la théorie nous indique, à l'égard de la

(1) On a donné dans ces derniers temps le nom d'*érémacausie* à la pourriture sèche de la cellulose. La matière sèche et friable que l'on trouve dans les troncs d'arbres pourris et particulièrement des ormes, est de la cellulose qui a subi la pourriture sèche ou érémacausie : cette matière est inflammable comme l'amadou ; les gens de la campagne l'emploient comme cette dernière substance.

composition chimique et physique de la cellulose, les divers usages des substances végétales qui en sont exclusivement formées. Les plantes dont les fibres ligneuses sont longues, flexibles, tenaces et susceptibles d'être blanchies, nous fournissent des tissus textiles, comme le lin, le chanvre, l'agave, l'urtica nivea (ortie de la Chine), le coton (ou filamens épispermiques du gossypium, famille des malvacées), etc. La moelle de l'eschinomene paludosa, coupée par lames minces, nous fournit des feuilles tout-à-fait analogues au papier, et de cellulose pure, d'un blanchîment facile, qui, vendues sous le nom de *papier de riz*, *papier de Chine*, et diversement colorées, sont employées avec succès pour la fabrication des fleurs artificielles, etc., etc.

La théorie nous indique encore les moyens de préserver les bois de la putréfaction, en éliminant l'albumine végétale ou en la combinant à des principes minéraux : nous y reviendrons dans la prochaine leçon.

La cellulose est formée de carbone d'oxigène et d'hydrogène dans les proportions convenables pour former de l'eau. Sa formule peut être représentée (le poids atomique du carbone étant 75, Dumas.) par $C^{44,44}$ H $O^{55,56}$.

Pure, la cellulose est blanche, insipide, inodore, insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, etc. Elle est inaltérable à l'air; lorsqu'elle est sèche, humide, elle se décompose lentement (Liebig). Le

coton, le papier blanc, etc., nous offrent la cellulose à l'état de pureté.

L'analogie de la cellulose avec l'amidon vient de trouver, dans ces derniers temps, une consistance très remarquable. On sait que la teinture d'iode nous décèle la plus petite quantité de matière amilacée contenue dans un tissu végétal; eh bien, à l'aide d'une légère désagrégation que l'on fait subir à la cellulose par un acide énergique, on obtient avec la solution aqueuse d'iode une coloration bleue. Pour obtenir cette réaction il faut prendre les précautions suivantes.

On prend une mèche de coton bien blanche, et on la touche légèrement avec une baguette mouillée d'acide sulfurique concentré, puis on applique sur-le-champ de la solution d'iode sur la partie que désagrége l'acide. Une belle teinte bleue, plus ou moins violâtre, apparaît aussitôt, et on aide singulièrement cette apparition en ajoutant de l'eau, qui arrête ainsi l'action de l'acide sulfurique. Si l'on employait un excès d'acide, la désagrégation serait trop grande et le phénomène n'aurait plus lieu. Comme on le voit, d'après cette expérience, l'acide sulfurique concentré désorganise la cellulose et la fait passer à l'état de matière soluble dans l'eau et tout-à-fait identique à la gomme ou mieux à la dextrine (dont nous nous occuperons prochainement). Cette conversion de la cellulose en matière gommeuse par la réaction de l'acide sulfurique, est tout-à-fait analogue à celle que fait éprouver,

dans les mêmes circonstances, cet agent énergique à l'amidon. De même que la solution de dextrine, celle de cette matière gummiforme est précipitée par l'alcool (caractère distinctif des gommes).

Le chlore réagit aussi avec énergie sur la cellulose; il en est de même des chlorures alcalins dissous dans l'eau. Lorsqu'on élève une dissolution de chlorure de chaux à la température de l'ébullition, et qu'on y ajoute un morceau de linge, celui-ci disparaît bientôt avec une effervescence très vive. Dans cette circonstance l'hydrogène de l'eau s'unit au chlore pour former de l'acide chlorhydrique, tandis que son oxigène se combine au carbone pour former de l'acide carbonique qui s'échappe avec effervescence, la chaleur et l'acide chlorhydrique aidant. Pour se convaincre de ce fait, il suffira de faire l'expérience dans un petit ballon et d'y adapter un tube recourbé qui se rend dans un flacon rempli d'eau de chaux; dès que l'effervescence se manifeste dans le ballon, l'eau de chaux se trouble par l'absorption de l'acide carbonique (carbonate de chaux). L'action décolorante de la rosée sur les tissus végétaux ne peut mieux s'expliquer que parce que, contenant plus d'oxigène que l'eau de pluie ordinaire, celui-ci se combine avec une petite quantité du carbone de la cellulose et facilite, par une désagrégation imperceptible, le blanchîment du tissu.

L'énergie avec laquelle agissent le chlore et les

chlorures sur la cellulose, doit rendre prudens les manufacturiers dans l'emploi de ces produits chimiques pour la décoloration; le papier soumis trop long-temps à leur influence y perd de sa force, et il arrive qu'au bout d'un certain temps il se casse et finit par tomber en poussière. Même observation à l'adresse des blanchisseuses, qui emploient une trop grande quantité d'eau de javelle (chlorure de potasse).

Enfin nous devrons citer l'action de l'acide azotique sur la cellulose et la découverte de M. Pelouze à ce sujet. Lorsqu'on fait digérer un chiffon ou un morceau de papier dans une solution d'acide nitrique étendu, et qu'au bout d'un certain temps on chasse l'eau par une évaporation lente, l'acide nitrique s'incorpore dans la substance ligneuse et lui cède son oxigène en abandonnant de l'azote. Le composé qui résulte de cette expérience est de la cellulose très oxigénée, qui prend feu spontanément comme une poudre fulminante lorsqu'on la met en contact avec un corps chauffé de 150 à 200°.

Nous terminerons cette leçon en nous rappelant que la composition générale des tissus végétaux n'admet point d'azote, tandis que tous les tissus animaux en renferment; mais nous avons vu que différens principes végétaux en contiennent une grande proportion. Ajoutons qu'il n'y a point de jeune organe végétal (les radicelles des plantes, par exemple) qui ne soit azoté; cela doit nous indi-

quer qu'il faut rendre à la terre ce que les plantes y puisent, et que la fumure rationnelle et admise aujourd'hui est pour ainsi dire l'incorporation de l'azote dans le sol. Nous aurons occasion de revenir sur cette importante question agricole en traitant des engrais.

Nous ajouterons, lorsqu'il y aura lieu, la copie des tableaux exposés dans le Cours. Ils serviront à la fois de résumé et aideront la mémoire des principaux faits de la leçon.

SECONDE LEÇON.

CONSERVATION DES BOIS.

Consommation. — Défrichement. — Altération des bois ; causes principales, ravage des insectes. — Végétations cryptogamiques (mousses, champignons parasites). — Essais pour reconnaître la matière albumineuse ; essais des cotons et laines. — De quelques espèces de bois. — Acacia. — Conservation ; divers procédés : Biot, Boucherie, Duhamel, Gaudichaud, Moll, Bréant, Kyan. — Application des bois conservés. — Bois de construction ; nouveau système de pavage ; bois de luxe, etc.

La conservation des bois résume en elle-même une question de la plus haute importance. Ménageant nos forêts que l'on détruit d'une manière si effrayante depuis plusieurs années, qu'au dire de quelques météorologistes, le défrichement de la France aurait beaucoup influé sur le climat, elle favoriserait une industrie nouvelle, celle des chemins de fer. Cette dernière industrie emprunte à nos forêts des masses considérables de bois de construction qui doivent être souvent remplacés, si l'on ne les préserve pas préalablement de la putréfaction. Il en est de même pour les bois de construction navale. Enfin, dans ces derniers

temps, une sorte de fléau vint ravager nos plantations d'arbres verts, seule culture des terres arides et des landes : nous voulons parler de nuées d'insectes qui nous sont venus des pays étrangers, ronger les bois destinés à nos constructions maritimes, soit sur pied, soit dans les chantiers. Dans les départemens de la Sarthe et de la Charente-Inférieure, ces insectes ont poussé si loin leurs ravages sur les poutres et les charpentes des maisons, que celles-ci, menacées dans leur solidité, ont été abandonnées, et les locations ont considérablement diminué.

Examinons donc les causes de ces graves altérations du bois, et les moyens d'y remédier. D'abord, il nous faudra revenir sur ce que nous avons dit précédemment à propos de l'albumine végétale ; cette substance congénère avec l'albumine animale et qui remplit les cavités cellulaires du bois, est un appât pour les insectes et un élément de putréfaction. Si les bois ne renfermaient que de la cellulose, ils résisteraient à toutes ces causes de destruction, car la cellulose pure est inaltérable : mais cette cellulose est toujours accompagnée de matière incrustante, dont la quantité varie selon les bois, et de matière quasi-animale répartie dans le tissu cellulaire plus ou moins serré, plus ou moins tubuleux : disposition physique qui, comme nous l'avons vu, influe à son tour sur la durée et, partant, sur l'inaltérabilité du bois.

La matière albumineuse, disons-nous, est celle que recherchent les insectes xylophages, et ils vont la trouver jusque dans l'intérieur des cellules, s'aidant de leur tarière pour se faire un passage, et traversant le bois en tous sens, ils le réduisent en poussière (ce qni fait dire, d'un bois ainsi attaqué par les insectes, qu'il est vermoulu). Si donc on peut éliminer cette matière, ou la rendre imputrescible par un agent chimique qu'on sera parvenu à introduire dans le bois, celui-ci sera à tout jamais préservé de l'attaque des insectes.

C'est encore cette matière albumineuse qui, sous l'influence de l'air humide et d'une température moyenne, est cause de la putréfaction. On a voulu dans ces derniers temps voir deux sortes de putréfactions, dont on a désigné l'une sous le nom de pourriture sèche (érémacausie), et l'autre sous celui de pourriture humide. Jamais le bois ne s'altère à l'air parfaitement sec; or, il n'y a point de putréfaction sans le concours de l'humidité. Si à cette provision de matière quasi-animale, nous ajoutons une texture lâche, tubulaire (1), le bois ne pourra jamais être employé sans avoir été soumis à des procédés de conservation.

(1) Dans cette circonstance, l'air et l'eau pouvant s'introduire facilement dans le bois, y amènent la destruction; car l'on sait que l'air et l'humidité sont les seules causes de la décomposition des substances azotées. Ajoutons à cela que les tissus végétaux contiennent souvent des principes fermentescibles, tels que le sucre, l'amidon, etc.

La décomposition de l'albumine végétale est absolument la même que celle des matières animales : il y a production d'ammoniaque ou de carbonate d'ammoniaque, d'hydrogène carboné, d'acide carbonique, etc. Lorsque par suite de longues pluies, l'écorce des arbres se trouve pénétrée d'humidité, il se forme une petite putréfaction qui donne bientôt accès aux moisissures et aux champignons parasites (1). Ce que nous disons des arbres sur pied, s'applique aussi très bien aux bois de construction qu'on laisse exposés aux influences atmosphériques. Lorsque des végétaux de cette sorte ont commencé à attaquer le bois qui présentait quelques pointes de putréfaction, ils rendent celle-ci plus active et plus générale, et concourent à une décomposition plus profonde.

S'il s'agit de faire un choix dans les bois qu'on destine à des constructions ou à un travail quelconque, on devra donc s'assurer qu'il renferme peu de matière albumineuse, et l'on s'en rendra compte par un essai assez simple, qui consiste à en traiter une petite portion par une dissolution de soude caustique à l'aide de la chaleur. La soude n'attaque pas d'une manière sensible la cellulose,

(1) Les champignons croissent ordinairement dans les endroits riches en matières ammoniacales. Depuis quelque temps, les maraîchers de Paris arrosent les couches de champignons avec une dissolution de sulfate d'ammoniaque.

tandis qu'elle dissout la matière albumineuse. Si l'on a eu soin de peser le bois avant de le traiter ainsi, et de le peser après l'essai, l'on saura par la perte en poids ce qu'il contenait de matière albumineuse : c'est ainsi que l'on peut reconnaître la nature des tissus textiles, s'ils sont mélangés, etc. Soumis à cet essai, le coton ne subit aucune altération, tandis que la laine, la soie se dissolvent en entier. Cette action de la soude caustique sur les matières d'origine animale, peut être mise à profit, lorsqu'il s'agit de reconnaître si la laine est mélangée avec du coton, la soie, etc... De tout ce que nous avons dit précédemment, il résulte que les bois doivent être rangés par catégorie de *bois durs, bois blancs*, etc.; que ces dénominations indiquent l'emploi qu'on en doit faire. Ainsi, le peuplier est un bois blanc tendre et léger, parce que son tissu est peu serré et contient de l'air ; il renferme en outre des liquides azotés : toutes causes de putréfaction. Le *bouleau*, qui possède aussi ces caractères, ne doit pas se conserver longtemps ; aussi est-il employé le plus souvent comme combustible léger pour les fours anciens de boulangerie, pour la fabrication des allumettes, etc. Le *chêne* fournit un bois dur, ses cellules ligneuses sont très agrégées, contiennent de la matière incrustante et un peu de matière albumineuse. Sur 100 parties de bois de chêne, on trouve 40 pour 100 de cellulose et 60 pour 100 de matière incrus-

tante (1). Le bois de chêne résiste assez bien au frottement, mais non autant à la pourriture; dans l'eau il s'altère moins facilement, parce que le tannin qu'il contient se dissout et réagit sur la matière albumineuse renfermée dans les cellules ligneuses. L'*acacia*, qui contient plus de cellulose, moins de matière incrustante et de matière azotée, est le bois qui résiste le plus aux divers agens destructeurs. C'est en Amérique que cette propriété a été d'abord reconnue, et où l'on en fait la plus grande consommation. Dans cette contrée, on a établi des réglemens sévères pour l'abattage des acacias. On s'en sert avec avantage pour faire des jantes de roues, des bobines pour filatures, des gournables ou chevilles pour la membrure des navires, etc. En raison de son inaltérabilité, on s'en sert pour faire des châssis, des charpentes de serres, bâches, etc. (2). Enfin l'expérience a appris que, soumis aux mêmes influences qui ne font durer le bois de chêne que de un à deux ans,

(1) Le bois de chêne fournit environ 50 pour cent de charbon.

(2) Les bois dits de *placage* étant découpés en feuilles minces, n'ont pas besoin d'être soumis aux agens conservateurs, qui, d'ailleurs, dans quelques cas, changeraient la nuance du bois (voyez plus loin). M. Picot, ancien élève de Châlons, trouve moyen de couper dix feuilles de bois dans un millimètre d'épaisseur. Le prix de ces feuilles est assez modéré, et ne varie que d'après la qualité ou la rareté du bois. La feuille de bois ordinaire coûte 1 franc le mètre carré; celle de bois des îles, 4 fr. 50, etc.

le bois d'acacia en dure de quinze à vingt. C'est donc assez dire que son usage n'est pas assez répandu chez nous, et qu'on ne saurait trop s'efforcer de le vulgariser. Les pins et les sapins résisteraient bien à la pourriture; mais aujourd'hui on devra rechercher le moyen de les préserver sur pied de l'attaque des insectes, et cela ne paraît pas jusqu'à présent possible.

Donc, la matière albumineuse ou quasi animale contenue dans le bois étant reconnue la cause évidente des altérations que nous venons de signaler, il devenait important de la désorganiser, de l'éliminer des cellules ligneuses, d'en faire un composé inaltérable, etc.; de là les divers procédés de conservation dont nous allons exposer les principaux.

Hales, Duhamel, Buffon, etc., indiquent les premiers qu'on peut conserver les bois, et quels sont les moyens que l'on peut employer pour les rendre inaltérables.

M. Biot observa, il y a quelques années, que le bois peut être pénétré par les liquides à l'aide de la pression. Une bûche, placée debout et recouverte d'eau, s'est peu à peu imbibée, et l'on est parvenu à lui en faire absorber une grande quantité. Cela indiquait un moyen d'imbiber les bois dans le but de les rendre inaltérables; mais il fut reconnu que ce procédé était imparfait, parce que, dans cette circonstance, le liquide s'introduit dans des *voies d'élection*, et qu'il y a beaucoup de parties du

bois qui se trouvent non pénétrées : ainsi près de l'axe, le tissu du bois étant plus serré que dans les autres parties, l'infiltration ne suit pas son cours naturel.

M. Boucherie a profité de la force (1) végétative des arbres pour appliquer d'une manière économique les liquides dont il voulait pénétrer les bois. Dans l'espace de dix ou douze jours seulement, il fait arriver, par son procédé, le liquide à l'extrémité des arbres qui ont de sept ou huit mètres de hauteur; les feuilles mêmes de ces arbres s'imprègnent avec facilité. On peut arriver à ces résultats sur des arbres encore inhérens au sol, ou sur des arbres abattus. Quand l'arbre est debout, on fait avec une scie, de chaque côté de l'arbre, deux entailles qui pénètrent jusqu'à une certaine profondeur; on a soin de mettre une cale à chaque entaille pour que le vent ne puisse renverser l'arbre. Malgré ces précautions, il est arrivé quelquefois des accidens dans les forêts où l'on s'est livré à ces essais.

Ces opérations faites, on met l'intérieur de l'arbre en contact avec le liquide dont on veut l'imprégner. Pour ce faire, on fixe autour de l'arbre, au-dessus et au-dessous des entailles, une

(1) Il ne faut pas oublier la part bien importante que prend ici la capillarité végétale, ou endosmose. Quant à la force de la succion, elle dépend de cette force physique sous l'influence de la vie. (Becquerel, *Physique appliquée à l'histoire naturelle.*)

peau en cuir ou en caoutchouc, à l'aide de cordes que l'on serre fortement et en lutant les joints avec de l'argile; on ménage dans cette bande une ouverture pour l'introduction d'un tube, qui met les entailles en communication directe avec un tonneau plein d'une solution saline. Le liquide ne tarde pas à être aspiré par l'arbre, et à monter jusque dans les extrémités les plus élevées et les plus ténues.

Un autre moyen, qui est plus facile et qui présente quelques avantages, consiste à abattre l'arbre, soit en l'arrachant, soit en le sciant: toujours est-il qu'il est nécessaire de séparer les racines du tronc; on le dégage aussi presque entièrement de ses branchages, souvent on lui laisse quelques feuilles, mais il paraîtrait que cette précaution est inutile et qu'on peut n'opérer que sur le tronc seulement. Le tonneau contenant le liquide est disposé sur un support très élevé: de cette manière la pression de l'air atmosphérique fait entrer le liquide avec beaucoup plus de facilité et de vitesse; on le fait aspirer par la base de l'arbre en prenant les précautions que nous avons indiquées plus haut.

M. Kyan a proposé, dans ces derniers temps, un procédé de conservation des bois qui a réussi en Angleterre et qui a déjà obtenu quelques succès en France. On débite le bois en planches plus ou moins épaisses, on les met dans un bassin renfermant une dissolution de bi-chlorure de mercure; on les y laisse s'imbiber pendant sept ou

huit jours ; au bout de ce temps, on peut réunir ces planches pour en faire des poutres, des charpentes, employées dans toutes sortes de constructions. On a bâti, chez le duc de Devonshire, des serres avec des bois ainsi préparés ; elles ont parfaitement résisté aux intempéries de l'atmosphère et à l'attaque des insectes.

Tous les agens et réactifs qui conservent les matières animales conservent aussi les matières végétales. On sait qu'on conserve des cadavres entiers dans une dissolution de bi-chlorure de mercure ; l'eau ne dissout cependant que 2 °/₀ de ce sel.

Le colonel Morland a été rapporté d'Égypte dans une solution de sublimé corrosif (deuto-chlorure de mercure) (1).

Cependant on a dû renoncer à ce procédé dispendieux pour la conservation des bois (le sublimé corrosif coûte de 12 à 14 francs le kilogramme).

On sait aussi que les plantes imprégnées de bichlorure de mercure se conservent bien ; les amateurs d'herbiers ont souvent recours à ce procédé.

(1) Le bi-chlorure de mercure coagule l'albumine animale, et se combine avec elle pour former un composé insoluble ; aussi ne connaît-on point de meilleur antidote dans l'empoisonnement par ce toxique. Toutefois, on ne devra pas employer un excès d'albumine, car le précipité se redissoudrait. La gélatine est également coagulée par ce sel.

Le tannin, qui se combine aux tissus animaux, est aussi employé avec succès pour la conservation des bois.

M. Moll a proposé l'emploi de la créosote pour la conservation des bois. La créosote est un des produits de la décomposition par le feu des matières végétales. On sait que c'est à une petite quantité de ce principe essentiel que les viandes fumées doivent leur inaltérabilité; mais l'emploi de la créosote pour la conservation des bois a dû être rejeté, le procédé employé par Moll étant, du reste, très peu manufacturier : il consistait à soumettre des planches à l'action de la vapeur du goudron de bois. Néanmoins, bien que l'emploi du sublimé corrosif et de la créosote doive être rejeté, à cause du prix élevé de ces produits, on peut jusqu'à un certain point s'en servir, lorsqu'il s'agit de soumettre aux procédés conservateurs de petites quantités de bois. Ainsi pour les herbiers dans lesquels on conserve de petites branches et de grandes herbes, on peut employer la dissolution alcoolisée de sublimé corrosif; l'alcool a la propriété de rendre le sublimé plus soluble dans l'eau.

M. Bréant a proposé un appareil qui est en faveur aujourd'hui dans plusieurs localités, pour soumettre les bois à la conservation. A l'aide de cet appareil, on comprime l'air renfermé dans les cellules ligneuses, et l'on se sert du vide qui se trouve formé pour aider l'aspiration du liquide conservateur. Ce procédé peut s'appliquer surtout aux pièces d'une petite dimension, et il a l'avantage de rendre l'opération plus complète que par

les autres méthodes. En effet, les arbres soumis au procédé Boucherie n'absorbent pas le liquide conservateur dans toutes leurs parties, le cœur est rarement imprégné, il n'y a que l'aubier qui le soit parfaitement, et s'il y a dans l'arbre certaines parties qui ont cessé de vivre depuis quelque temps, elles ne seront pas atteintes, ce qui se conçoit aisément. Or, les bois ainsi préparés devront être employés en grume ou très peu équarris; alors ils pourront très bien résister aux agens extérieurs et à l'attaque des insectes. Il n'en est point de même des bois conservés par le procédé de M. Bréant; ils sont imprégnés de liquide dans presque toutes leurs parties, et peuvent se débiter en autant de pièces qu'on le désire. Toutefois les parties nodeuses et les parties du cœur dont l'agrégation est trop grande ne sont que très difficilement atteintes; mais l'inconvénient n'est pas grand, car il est rare que le tissu ligneux présentant une telle cohésion se trouve altéré.

L'appareil à comprimer l'air contenu dans les cellules ligneuses est venu donner l'idée de tremper les bois dans des liquides chauds et de les faire pénétrer promptement et très profondément. A l'aide de la chaleur, l'air contenu dans les cellules se dilate et finit par s'échapper pour donner passage au liquide contenu dans la chaudière. C'est ainsi qu'on est parvenu à imprégner diverses sortes de bois avec des dissolutions de galipot, de brai, etc., et à remplir toutes les cavités cellulaires.

L'huile de lin lithargirée a été employée de cette manière avec un plein succès; le bois soumis à ce mode de conservation est inaltérable dans toutes les circonstances propres à la pourriture (1).

Le sulfate de fer, sel antiseptique, comme chacun sait, a été souvent employé; mais M. Bréant a fait observer avec raison qu'on ne doit pas employer ce sel isolément : il arrive quelquefois qu'un peu d'oxide de fer se combine avec diverses matières organiques contenues dans les cellules, tandis que l'acide sulfurique, devenu libre, agit à la manière ordinaire, en corrodant et en brûlant la matière organisée du bois. Des pièces soumises à l'infiltration du sulfate de fer se sont souvent désagrégées au point de tomber en poussière.

Bien avant qu'on ne songeât à préserver les bois de la putréfaction et de l'attaque des insectes, les poutres et les charpentes employées au milieu des mines de sel ne subissaient aucune altération, et les efflorescences qu'elles présentaient

(1) Quelques essais, qui ont été faits au pont Louis-Philippe, à Paris, ont montré l'efficacité de ce procédé. Au bout de deux ou trois ans, le bois qui n'avait pas été préparé présentait dans quelques unes de ses parties de fortes altérations, tandis que des planches imprégnées d'huile lithargirée, et placées dans les mêmes circonstances, n'offraient aucune trace de pourriture, même dans les endroits traversés par les clous. On sait que la pourriture se manifeste presque toujours, dans les bois de construction, dans les parties clouées.

de temps à autre, avaient fait dire aux ouvriers que le *bois régénérait le sel.* Il est très facile de comprendre pourquoi cette inaltérabilité, et pourquoi ces efflorescences; c'est que dans les mines de sel gemme, le bois se trouve constamment imprégné de chlorure de sodium, que le chlorure de sodium est par excellence l'agent conservateur des substances organiques, la base de toutes les *salaisons.* Quant aux efflorescences, elles sont dues aux différences de température qu'éprouve le bois *salé* de la sorte, et à une petite quantité de sulfate de soude contenue dans le sel marin.

Ces observations furent faites d'abord dans les mines de sel-gemme de Saltzbourg et communiquées à M. Payen. Depuis, des essais furent faits dans les salines de Dieuze, et il nous est acquis aujourd'hui que le bois imprégné de chlorure de sodium est parfaitement à l'abri de toute espèce d'altération : néanmoins, on ne peut l'employer à tous les genres de constructions, à cause de l'hygroscopie bien connue du sel marin. Cette hygroscopie serait peu de chose, si le chlorure de sodium ne contenait pas toujours une petite quantité de sels déliquescens (chlorure de magnésium, de calcium, etc.). Les bois ainsi conservés peuvent être employés dans les constructions des ateliers où la température est constamment élevée.

On n'a pas dû s'en tenir à conserver les bois. (1) Les différens procédés d'infiltration que nous

(1) M. Biot avait fait observer, lors de la découverte de

venons de signaler ont également servi à préparer des bois de luxe (pour l'*ébénisterie*, la *marqueterie*, les *objets de fantaisie*, etc.). C'est ainsi que le platane imprégné de pyrolignite de fer et poli, offre une fort jolie teinte, et se trouve agréablement moiré. En se servant de tannin d'abord, puis de pyrolignite de fer, on obtient de l'*encre* dans les cellules du bois ; mais comme cette combinaison ne s'effectue pas partout d'une manière complète, il en résulte des accidens, des veines, etc., qui sont fort agréables lorsque le bois a été poli.

Enfin, par tous ces procédés, on peut, à l'aide de matières colorantes, obtenir des bois qui rivalisent avec les bois étrangers, en éclat et en durée (1).

M. Boucherie, que l'on pourrait, à l'aide d'une espèce de lévigation dans les bois récemment coupés, obtenir tous les principes immédiats contenus dans les cellules ou les espaces intercellulaires.

(1) Les procédés de conservation que nous venons d'examiner succinctement pourront trouver une application importante pour la préparation des bois employés aujourd'hui au pavage des rues, *pavage stéréotomique*, dont on fait en ce moment un essai à Paris, rue Neuve-des-Petits-Champs, entre la rue Vivienne et la rue des Bons-Enfans.

TROISIÈME LEÇON.

CONSERVATION DES BOIS.

(SUITE.)

Prix de revient des diverses matières employées à la conservation des bois. — Pyrolignites. — Acide pyroligneux. — Sulfates, eaux-mères des salines, etc. — Coloration par voie de double décomposition. — Bois de luxe.

ENGRAIS.

Nutrition végétale. — Assimilation du carbone, de l'hydrogène, de l'azote. — Humus. — Théorie des engrais. — Propriétés physiques et chimiques du sol. — Chaux. — Pyrites. — Sang sec.

(1) Après avoir traité des divers procédés tant anciens que nouveaux de *conservation des bois*, il nous reste à donner le prix des matières que l'on emploie à cet usage. Les chiffres qui suivent expriment la quantité des substances qui ont servi à pénétrer un tronc (*peuplier, chêne, pin, sa-*

(1) M. Payen a lu dans une dernière séance une lettre d'un auditeur qui lui demandait des explications que nos souscripteurs ont dû trouver dans la première livraison.

pin, etc.) de 6 à 7 mètres de hauteur, et de 32 centimètres de diamètre (1).

Les pyrolignites méritent à tous égards la préférence sur les autres sels, en raison de leur bas prix, et parce qu'ils renferment toujours un excès de créosote. Le pyrolignite de fer obtenu dans les forêts où l'on soumet le bois à la distillation, revient à meilleur marché que celui qui se fabrique dans les localités éloignées des forêts ; mais le premier est ordinairement moins saturé que le second, ce qui balance les prix de revient. A Choisy-le-Roi, par exemple, le pyrolignite de fer obtenu dans la fabrique de MM. Bobée et Lemire, marque 15° à l'aréomètre, et celui des forêts ordinairement 5°. (Ce sel s'obtient à l'état de dissolution.) On emploiera donc, pour obtenir les mêmes résultats, 100 kilos de pyrolignite des forêts, marquant 5° et coûtant 1 f. 50, tandis qu'on n'emploiera que 33 kilos de pyrolignite de fabrique marquant 15° (Baumé), et coûtant 3 f. 33 (10 francs les 100 kil.).

L'acétate de plomb brut ou le pyrolignite de plomb du commerce, est d'un prix bien plus élevé que le pyrolignite de fer. (Il est probable qu'on l'obtiendra bientôt à meilleur marché.) On en dissout 5 kilos dans 100 litres d'eau ; le prix de

(1) Les essais ont été faits sur 120 à 130 pieds. Nous donnons la moyenne des résultats obtenus. Les bois humides absorbent par imbibition forcée 0,25 à 0,60 de leur poids de liquide.

ce produit est de 78 francs les 100 kilos; sa dissolution revient à 3 francs 90 cent.

L'acide pyroligneux marquant 7° à l'aréomètre, sert aussi à la conservation des bois; comme il coûte 10 francs les 100 kilos, on en emploie 40, ce qui fait 4 francs. (Ne pas perdre de vue qu'on agit sur un tronc de 7 à 8 m. de long, etc., etc.)

L'eau de goudron, ou mieux les eaux ammoniacales qui proviennent de la distillation du charbon de terre, et qu'on obtient en si grande quantité dans les usines à gaz, sont employées dans les proportions de 25 kilos; le prix des 100 kilos est de 12 francs, ce qui donne une valeur de 3 francs.

Le bi-chlorure de mercure est, avons-nous dit dans la leçon précédente, un agent conservateur d'un prix trop élevé pour qu'on puisse en faire un grand usage. Il agit avec beaucoup d'énergie à une petite dose; ainsi 0,8 de kil. ont suffi pour obtenir les mêmes résultats. Cotant ce sel à 13 fr. le kil., on aura 10 fr. de frais environ.

L'imbibition d'un tronc d'arbre de ceux dont il s'agit ici, par le sel marin, revient à 10 francs, en admettant que l'on emploie une dissolution de 25 kilogrammes. Il serait à désirer qu'on pût employer pour cet usage les eaux-mères provenant des salines, et l'on a tout lieu de croire que, pour favoriser les progrès de la conservation des bois, l'administration renoncerait aux droits qu'elle prélève sur ces matières. Les eaux-mères auraient

l'avantage de donner aux bois une hygrométrie telle, qu'on pourrait les employer dans les greniers et les ateliers, où la sécheresse est ordinairement nuisible à leur conservation. Les eaux-mères des salines renferment des sels déliquescens dans une grande proportion.

Le sulfate de zinc, dont le prix est très variable, a été employé à la quantité de 5 kilogr. Le sulfate de fer est aussi dissous dans les proportions du sulfate de zinc; mais quand l'infiltration du bois par cette dissolution a eu lieu, on le pénètre par de l'huile pour empêcher la décomposition du sulfate de fer en acide sulfurique et en oxide de fer. Le prix des matières employées est de 90 centimes (1).

On se sert encore de plusieurs autres réactifs pour donner aux bois diverses couleurs, et les faire servir à des objets de luxe d'une grande beauté.

Mettant à profit la *voie de double décomposition,* on obtient des bois noirs, en faisant d'abord passer une dissolution de pyrolignite de plomb dans le bois, puis une dissolution de sulfure de sodium (sulfure de plomb — pyrolignite de soude). Les quantités à employer sont :

(1) Le galipot est encore employé à cet usage. Il coûte environ 10 fr. les 100 kilog. dans les landes.

Acétate de plomb........	643 litres.	
	1394 »	
	2037 litres	5 kilogr.
Sulfure de sodium........	201 litres.	
	290 »	
	491 litres	1,25 kil.

Ces nombres signifient que pour faire 2037 litres de dissolution d'acétate de plomb, il faut employer 5 kilog. de ce sel; que 1 kil. 25 doivent être dissous dans 491 litres d'eau; que, d'une part, 645 litres de dissolution d'acétate de plomb doivent être combinés avec 201 litres de sulfure de sodium; que, de l'autre, 1394 litres d'acétate de plomb doivent être combinés avec 290 litres de sulfure de sodium.

Quand on pénètre le bois d'une dissolution de prussiate de potasse, puis d'une dissolution de sulfate de fer, on obtient un bleu de Prusse magnifique, qu'on peut rendre encore plus éclatant par une addition d'une petite quantité de chlore liquide. Les proportions sont :

Cyano-ferrure de potassium ($Fe C^4 Az^2$; $2 K C^4 Az^2 + 3 H^2 O$)	666 lit.	
	1632 »	
	2298 lit.	5 kil.,25
Sulfate de fer ($Fe O, S O^3 + 6 H^2 O$)	840 lit.	
	675 »	
	1515 lit.	3 kil.,30

De même, quand on pénètre le bois d'une dis-

solution de sulfate de cuivre, puis d'ammoniaque, on obtient un bleu céleste très beau (1). C'est une des liqueurs qui pénètrent le mieux les bois. Lorsqu'on emploie une dissolution d'acide arsénieux avec une dissolution d'acétate de cuivre, on obtient un précipité vert, qui augmente d'intensité par l'addition d'une certaine quantité de potasse caustique. Cette couleur est employée par les Américains pour peindre leurs navires. Ils parviennent ainsi à les préserver de l'attaque des tarets (*mollusques acéphales*), dont on connaît les ravages dans certains ports de mer.

On peut, par les mêmes procédés, communiquer aux bois plusieurs autres couleurs plus ou moins remarquables et variées ; nous ne croyons pas devoir entrer dans de plus longs développemens à ce sujet.

Afin de mieux faire comprendre l'action des engrais sur la végétation, nous allons d'abord essayer de décrire l'important phénomème de la NUTRITION DES PLANTES.

La physiologie, aidée des expériences chimiques, viendra nous démontrer d'abord la différence de la nutrition des plantes avec celle des animaux; en second lieu, l'origine du carbone

(1) L'ammoniaque précipite d'abord le sulfate de cuivre en vert blanchâtre ; mais un excès redissout le précipité, et l'on obtient une liqueur d'un bleu éclatant et de sulfate ammoniaco-cuivreux (sulfate de cuivre ammoniacal).

...ion, ainsi que celle
etc.
...ssent en assimilant à
...es et les feuilles, des
...s la nature (liquides et
...vus d'organes qui font
...es à leur accroissement
...es à leur métamorphose

...er la théorie de la respi-
... l'assimilation du carbone
...it de suite que ces ques-
... des phénomènes les plus
...ure, causes essentielles et
... la conservation des plantes
...t l'action combinée et non
...e d'une manière admirable
... fin des temps.

...ons se rapporte à la quantité
... que l'on retrouve dans l'air.
...dant aux sources intarissa-
...que dans l'air (1), on a tout
...squ'on en retrouve une aussi
... l'état de liberté; on se de-
... ce qu'il peut être devenu, et

...atre heures, chaque homme corrompt,
...ration, 453 pieds cubes d'air atmosphé-
... de carbone consomment, en brûlant,
... d'oxigène.

pourquoi cette constance dans la quantité d'oxigène de l'atmosphère, dans tous les lieux et à toutes les époques (1)?

Or, les plantes ont la propriété admirable de décomposer l'acide carbonique de l'air, de s'en assimiler le carbone; et pour chaque volume d'acide carbonique dont le carbone est assimilé, elles rendent à l'atmosphère un volume égal d'oxigène.

De nombreuses observations, des expériences exactes viennent aujourd'hui écarter toute espèce de doute à ce sujet : il est reconnu, et chacun a pu s'en rendre compte, que les *feuilles et les parties vertes de toutes les plantes absorbent de l'acide carbonique et exhalent un volume égal d'oxigène* (2).

(1) L'air contient, en maximum, 0,00066 d'acide carbonique, et 0,00021 ordinairement. Un homme consomme, dans un an, 16425 pieds cub. d'oxigène (dans un jour, 45000 pouces cubes, d'après Lavoisier, Séguin et Davy); mille millions d'hommes consomment par conséquent, dans un an, 16 billions 425 mille millions de pieds cubes, c'est-à-dire un millième de la quantité qui est contenue dans l'air sous forme d'acide carbonique. Dans cent ans, la proportion d'acide carbonique devrait être double, et au bout de 503 mille ans, tout l'oxigène de l'air se trouverait consommé par les hommes seuls, et converti en acide carbonique. On n'a pas tenu compte dans ce calcul de l'oxigène enlevé par la respiration des animaux et par les phénomènes de combustion. (Justus Liebig.)

(2) Une chose fort remarquable, et qui doit frapper les yeux de l'homme le moins observateur, c'est que les plantes qui sont dépourvues de feuilles présentent ordinairement une coloration verte sur toute leur surface, comme cela a

C'est avec admiration que les hommes reconnaissent la puissance de celui qui a ainsi lié la vie des plantes à celle des animaux; et, bien que l'on puisse à la rigueur admettre une végétation riche et abondante (forêts vierges), développée sans le concours de la vie animale, on reconnaît plus tard que tous les efforts de l'agriculture, qui veut obtenir de la végétation le plus de produits dans le plus petit espace, tendent à faire servir à la vie des plantes les décompositions animales; car toute la question des engrais est là. Le carbone n'est pas le seul élément nécessaire à l'accroissement des plantes : l'azote est, après lui, le plus indispensable.

L'air contient, sous la forme d'acide carbonique, le principal élément des végétaux; l'eau en renferme un autre, qui est l'hydrogène, et dont l'analyse nous démontre encore l'existence dans les cellules végétales. Ajoutons ici que la matière incrustante renferme plus d'hydrogène que la cellulose, ce qui nous explique la préférence que l'on doit accorder comme combustible aux bois qui contiennent plus de matière incrustante (1). Ce sont encore ceux qui fournissent le plus d'acide acétique.

lieu pour certains cactus, naupals, etc. Cette coloration est due à une matière (*chlorophylle*), qui semble jouer un rôle très important dans la respiration des plantes. (N. des R.)

(1) Certains principes immédiats végétaux, tels que l'huile, la cire, la résine, renferment beaucoup d'hydrogène ; c'est ce qui explique leur *combustibilité*.

Le carbone, disons-nous, est l'élément végétal le plus abondant; c'est l'air qui le fournit. Quel rôle joue donc l'humus, auquel les anciens physiologistes, d'une part, et les agriculteurs, de l'autre, attribuaient la faculté d'être l'agent le plus indispensable à la nutrition des plantes, l'engrais le plus énergique? Trop long-temps on a cru que la vie des plantes dépendait exclusivement de la formation de l'acide carbonique; les agriculteurs et les physiologistes pensaient que l'humus (base du terreau) se décomposait pour fournir au végétal un aliment carboné, soit sous forme de liquide, soit sous forme de gaz. Mais cela était trop exclusif, et les recherches modernes vinrent démontrer de la manière la plus évidente le rôle important de l'azote, ce vivificateur puissant de la végétation, qu'on retrouve en plus ou moins grande quantité partout.

Et d'abord, établissons que cette matière azotée que nous retrouvons dans toutes les cellules végétales, plus ou moins abondante, est le principe essentiellement *organisateur*, tandis que la matière *organisée*, la charpente végétale, la cellulose enfin, n'est formée que de carbone d'hydrogène et d'oxigène. La cellule qui commence à se former, l'enveloppe des embryons, les radicelles contiennent une quantité considérable d'azote. La combustion de ces matières rappelle celle des substances animales, et dégage de l'ammoniaque, qui se reconnaît à sa vapeur alcaline ramenant au bleu

le tournesol rougi, tandis que la cellulose pure donne en brûlant des vapeurs acides rougissant le tournesol (acide pyroligneux). Ainsi l'humus (*ulmine* des chimistes), tout en provenant de la décomposition des végétaux, ne saurait constituer un engrais excellent, comme le pensaient les agriculteurs. Nous avons prouvé l'origine du carbone. L'*engrais* ne concourant pas à la production du carbone dans les plantes, l'humus ne peut être considéré comme un engrais en tant qu'il ne contient pas un peu d'azote. Ce principe, si important pour la nutrition végétale, est donné aux végétaux principalement à l'état de combinaison ammoniacale.

L'eau de pluie renferme constamment de l'azote : les eaux de pluie d'été et celles qui tombent surtout pendant les orages en renferment une plus grande proportion. M. Liebig a reconnu qu'elles tiennent en dissolution du protoxide d'azote. Aujourd'hui on admet avec raison que ces grandes secousses électriques que nous dénotent le bruit de la foudre et la clarté aussi vive que rapide des éclairs, forment des combinaisons azotées aux dépens des élémens de l'air et au profit de la nutrition des plantes.

Ces orages sont plus fréquens en été qu'en hiver, dans les pays chauds que dans les pays tempérés; enfin, ils sont surtout plus rapprochés dans les régions où l'on rencontre ces forêts vierges dont nous avons voulu parler plus haut. Le blé dur

qui croît en Afrique (*triticum durum*) renferme plus de gluten (matière azotée) que le blé des régions plus tempérées. Avons-nous besoin de nous étendre plus long-temps pour faire ressortir la relation de ces faits irrécusables?

Mettre en doute l'efficacité de l'azote, la puissance des engrais azotés, serait vouloir renverser la théorie la plus rationnelle, fondée sur les expériences les plus concluantes et les calculs les plus exacts de la pratique.

Quelques mots sur la constitution physique et chimique du sol. Si nous devons donner aux plantes une alimentation abondante et durable, il faut que le sol concoure pour sa part à l'activité de la végétation, et nous devons d'abord le considérer comme dépositaire d'organes très délicats. Il ne doit donc être ni trop fendillé ni trop compacte. Un sol ne doit être ni trop alcalin ni trop acide; car dans l'un et l'autre cas ses jeunes organes seraient détruits. Une terre légèrement alcaline est néanmoins favorable à la végétation, et l'on a remarqué les bons effets qui résultent d'un petit excès de chaux répandu dans des terrains même calcaires (1).

(1) Dans quelques localités, on prépare aujourd'hui une grande quantité de chaux destinée à l'agriculture, en employant pour combustible de l'anthracite, qui est d'un assez bas prix. Le sulfate de chaux, dont les bons effets sont si connus dans son emploi comme amendement, le doit à sa légère alcalinité.

Certains terrains pyriteux doivent leur infertilité à une certaine quantité d'acide libre. En effet, la décomposition du sulfure de fer qu'ils renferment met toujours en liberté une petite dose d'acide qui désorganise les racines des plantes. Dans ce cas, on combattra avec succès l'infertilité du sol en saturant l'acide par un excès de chaux : tel est l'amendement employé dans la Picardie. On pourra donc combattre l'effet contraire avec des terres pyriteuses.

On remarque tous les jours l'influence funeste sur la végétation du voisinage des fabriques, qui perdent dans les airs des vapeurs acides. L'effet s'en fait souvent sentir à sept ou huit lieues au loin; il a même été observé qu'une trop grande quantité d'acide carbonique dans l'air pourrait également nuire aux plantes.

Les fabriques de produits ammoniacaux et toutes celles qui laissent émaner des vapeurs azotées sont, au contraire, pour les plantes d'un voisinage salutaire (1).

Ces faits étant bien établis, nous regardons l'azote comme valeur réelle et intrinsèque des engrais, et nous citerons en tête des engrais les plus azotés le *sang sec*, dont le commerce en grand est établi depuis quelques années.

Le sang desséché et pulvérulent est d'un brun

(1) Nous avons été à même d'observer ce fait à Grenelle, aux environs de la fabrique de produits chimiques de MM. Buran et compagnie.

rougeâtre, il est très insoluble dans l'eau, il se décompose lentement, une des conditions essentielles d'un engrais de premier ordre. Si le sang était répandu au pied des plantes à l'état liquide et concentré, sa décomposition rapide leur nuirait beaucoup : le grand dégagement produit de gaz ammoniacaux brûlerait les racines, comme le ferait une dissolution de potasse ou de soude. Mais étendu dans une grande quantité d'eau et employé dans les irrigations, il offrirait ainsi disséminé les mêmes avantages, bien que sous des rapports de volume différens (1).

Pour mettre le sang (2) sous forme d'engrais, on le mélange avec une petite quantité d'eau ($\frac{1}{8}$ environ) et on l'introduit dans de grandes chaudières chauffées à feu nu, ou mieux à la vapeur. En remuant de temps à autre la matière avec une grande spatule en bois, on détermine la coagulation de l'albumine, et quand celle-ci est complète, on en remplit des sacs que l'on soumet à l'action de la presse. On chasse ainsi le sérum qui renferme fort peu de matière azotée, et l'on a sous la forme solide la presque totalité du sang, qui n'a plus besoin que d'être exposé dans des séchoirs à l'action de l'air.

(1) Nous aurons plus d'une fois l'occasion de parler des irrigations ; aussi n'y insistons-nous pas dès à présent.

(2) A Paris et dans toutes les grandes villes, ce sang provient des abattoirs. A Montfaucon, le sang de cheval s'y exploite de la même manière.

Depuis quelque temps, on donne au sang la propriété de se décomposer encore plus lentement en le mélangeant avec des matières charbonnées. Nous reviendrons sur la préparation de cet engrais.

QUATRIÈME LEÇON.

ENGRAIS (SUITE).

Conservation des engrais. — Dessiccation. — Sang. — Fumier des fermes. — Meules Dailly. — Engrais flamand. — Caves souterraines. — Prix de revient. — Résultats comparatifs. — Commerce des engrais. — Importation. — Exportation. — Merl, tangue, noir-résidu des raffineries. — Guano. — Importation en Angleterre. — Colombine. — Falsifications des engrais. — Experts. — Premiers essais. — Essais rationnels des engrais. — Application de l'analyse au dosage de la qualité du sol. — Culture (observations générales, défrichemens, etc.).

La matière azotée devant être regardée, d'après les principes que nous avons établis plus haut, comme la base essentielle des engrais, l'agriculteur doit employer de préférence, pour fumure, les matières qui, sous le plus petit volume, contiennent le plus d'azote.

Tout en attachant à la matière azotée l'importance qu'elle mérite, il ne faut pas, d'une manière exclusive, nier la part importante que prend aussi la matière organique non azotée, et même la matière inorganique (*silice, chaux, alumine*, etc.), à l'acte de la végétation. Nous avons vu précédem-

ment que l'humus était essentiellement formé de carbone; ajoutons que, mélangé avec une certaine quantité de matière animale, soumis à l'influence de l'humidité et de la chaleur, il éprouve une décomposition lente qui fournit de l'acide carbonique; cet acide sature une partie de l'ammoniaque qui résulte de la décomposition de la matière azotée. Lorsqu'il y a excès d'acide carbonique, il se dissout en partie dans l'eau dont le sol est imprégné, ou s'échappe au dehors pour être repris par les surfaces respiratoires des plantes.

Les substances minérales, telles que la chaux, l'alumine, la silice, etc., sont charriées par les liquides séveux des végétaux, et semblent indispensables à un grand nombre de plantes; nous en avons vu quelques-unes modifiées dans leur état physique par l'acte de la végétation (1).

(1) Nous avons étudié la propriété qu'ont certains végétaux d'absorber les sels minéraux contenus dans le sol, et nous l'avons nommée *propriété salicape*. Le genre rhubarbe surtout est très avide des sels calcaires et alcalins, et si l'on rencontre de l'oxalate de chaux ou de potasse dans les tiges et les racines, et parfois de l'oxalate acide dans les pétioles des feuilles, cela tient à l'absorption d'une base alcaline qui se sera saturée pendant l'assimilation, de l'acide oxalique formé, selon nous, *à priori*, dans la plante. L'acide oxalique est très répandu dans l'économie végétale; et cela se conçoit aisément lorsqu'on se rappelle sa composition ($C^2 O^3$, $HO = C^2 O^4$, $+ O$ Aq.), et lorsqu'on sait avec quelle facilité et en combien de circonstances il peut se produire. L'acide oxalique se trouve combiné à la potasse dans plusieurs racines, dans celles de rhubarbe, de tormentille, de bistorte, de gentiane, de saponaire, et dans celles des variétés rumex, etc.;

Nous nous occuperons maintenant de la conservation des engrais, question fort importante, puisqu'elle permet à l'agronome d'en faire venir des pays éloignés, et à peu de frais, de grandes quantités à la fois, et de les réserver aussi long-temps qu'il désire, sans avoir à craindre les inconvéniens d'une fermentation qui, s'emparant de tous les engrais humides, leur fait perdre une partie des produits utiles à la végétation.

Nous avons vu que la *dessiccation* nous permet d'employer comme l'engrais le plus riche le sang provenant des abattoirs de Paris, et fourni en si grande abondance (1); elle peut aussi être pratiquée avec avantage pour les *fumiers des fermes*. La dessiccation est moins simple que celle du sang; mais elle ne leur fait perdre que fort peu de chose, environ 2 pour 100 de leur valeur; mais par l'évaporation, 100 parties de fumier se réduisant à

à l'état d'oxalate de chaux, on le rencontre surtout dans plusieurs lichens (*parmelia cruciata, lichen variolaria*). (N. des Réd.)

(1) Le sang sec est exporté aux colonies pour la culture des cannes à sucre; on y envoie aussi, pour la clarification du sucre, de grandes quantités de *sang soluble*, c'est-à-dire solidifié à une basse température, et dont la dissolution jouit, comme le sang frais, de la propriété de se coaguler par la chaleur. C'est à M. Derosne que nous devons cette application. On dispose pendant l'été, en plein air, une espèce d'échafaudage formé de branches entrelacées, sur lequel on verse le sang qui se trouve pris par une pompe dans un bassin situé au dessous de l'échafaudage, et par cette manœuvre réitérée, le sang s'attache aux branches et s'y dessèche lentement. (N. des R.)

33, les frais de transport se trouvent en définitive diminués d'environ deux tiers.

M. Dailly, agriculteur distingué (maître de la poste aux chevaux de Paris), dispose ses fumiers en *meules*, pour les obtenir à l'état sec. Elles doivent être construites et couvertes à peu près comme celles des céréales (blé, seigle, avoine, etc.), afin de les mettre à l'abri des eaux pluviales ; de plus, on doit avoir soin de disséminer dans toutes les meules, et de bien mélanger avec la paille, les matières très humides et réunies en masse. Il faut, en un mot, pour obtenir une dessiccation parfaite, que les meules soient bien aérées. L'agronome doit avoir soin, en outre, de les disposer le plus près des terres qui ont besoin d'être fumées, afin d'éviter les frais de transport. Il faut prendre également en considération l'économie de main-d'œuvre, qui résulte de la facilité du maniement, lorsqu'il s'agit de répandre le fumier sur le sol : chacun sait combien cet exercice est fatigant pour les ouvriers qui répandent le fumier humide à la fourche. Il est inutile d'ajouter que les fumiers desséchés seront employés de préférence dans les terrains argileux, d'un labour pénible, et où les convois s'effectuent difficilement; enfin, on ne les répandra sur le sol qu'à l'époque où il est permis d'espérer des pluies ; car l'humidité est une des conditions premières de la réussite des engrais secs.

En Belgique et en Flandre, où l'agriculture est

si perfectionnée, on conserve l'engrais (*engrais flamand*) dans des caves souterraines, solidement construites, à l'abri des influences atmosphériques qui pourraient développer une fermentation nuisible à ses qualités. L'engrais flamand se compose des vidanges, auxquelles on ajoute presque toujours une certaine quantité d'eau, afin d'obtenir un mélange liquide. On transporte ces matières dans les champs où sont construites les citernes, dans des tonneaux disposés sur des haquets. On vide les tonneaux par la bonde, et le liquide est conduit par une gouttière dans la cave, qui présente deux ouvertures, l'une assez large pour donner passage à cette gouttière, et une autre ordinairement exposée vers le nord, par laquelle s'échappe une partie des gaz qui se forment pendant la fermentation lente de l'engrais. Lorsque la cave est pleine, on ferme avec soin la première ouverture pour empêcher l'accès de l'air qui activerait trop cette petite fermentation (1).

A l'époque des fumures, on dispose de distance en distance, aux environs des caves à vidanges, de grands baquets dans lesquels on vide une partie de

(1) La masse de terre qui se trouve au-dessus des caves absorbe une grande quantité de calorique; la température toujours constante s'oppose à la décomposition de l'engrais. Quant à la petite fermentation qu'il éprouve et dont nous voulons parler ici, elle est d'une grande importance, car elle est le résultat de la transformation de la matière stercorale en substances assimilables par les végétaux. (Sels ammoniacaux. V. *Assimilation de l'azote*, leçon précédente.)

l'engrais ; on se sert pour le transporter des baquets et des tonneaux qui ont été employés pour le remplissage des caves. On puise ensuite dans les baquets le liquide avec des hottes en bois, et on le répand sur le sol, soit à la cuiller, soit à l'aide de *voitures-arrosoirs*, semblables à celles qui servent à l'arrosement de la voie publique à Paris. L'emploi de cet engrais en irrigations produit les résultats les plus surprenans ; il équivaut pour les Flamands à plus de trois fois la quantité de nos fumiers des fermes, qui contiennent 4 d'azote pour 1000, et il faut ne pas perdre de vue qu'ils emploient pour un hectare de terre, que nous fumons avec 10,000 kilog. de fumier de ferme, 25,000 kilog. d'engrais flamand. Cela ne les empêche pas d'obtenir de grands bénéfices ; car, ici, le prix est en rapport avec la richesse de l'engrais.

Les engrais forment aujourd'hui une branche de commerce considérable. C'est une industrie neuve, qui a pris une grande extension depuis quelques années seulement ; car les procédés de dessiccation et de conservation sont pour ainsi dire récens. Le commerce des engrais se fait à l'intérieur ; on en exporte aussi des quantités prodigieuses aux colonies surtout, et enfin l'étranger nous en fournit aussi. Cette importation s'accroît de plus en plus chaque année.

Chaque département fait le commerce d'engrais d'une manière relative à sa position, à sa richesse territoriale, etc. La Normandie et la Bretagne

emploient et expédient, dans que ques localités, des masses considérables d'un engrais particulier, ou sable azoté (*merl, tangue*). Le *merl*, corruption du mot anglais *marl*, qui signifie *marne*, est une production animale qui ressemble tout-à-fait au sable ordinaire par ses propriétés physiques. Malgré cette apparence, il contient beaucoup plus d'azote que nos fumiers de fermes (il en renferme 5 pour 1000). Il est composé de carbonate de chaux, de phosphate de chaux, et surtout d'une matière organique provenant des animaux qui l'ont formée. Le merl est très estimé en Bretagne; il s'en consomme par an plusieurs millions de kilogrammes. Il n'est pas moins répandu sur les côtes d'Angleterre.

Le *noir animal* des raffineries (1), dont nous aurons occasion de parler à propos des engrais factices et des débris animaux, contient 15 pour cent de sang coagulé; c'est un des engrais les plus estimés. Nantes, et les sept départemens qui se trouvent compris dans le bassin de la Loire, en approvisionnent nos campagnes; on peut en porter la consommation à environ 10,000,000 de kilogrammes par an.

Sur la côte du Pérou, le sol, qui est par lui-même d'une stérilité remarquable, est rendu fer-

(1) Le noir animal employé à la décoloration des sirops dans les raffineries s'imprègne de matières organiques, et notamment de sang employé dans la clarification. Cette sub

tile au moyen d'un engrais nommé *guano*, qu'on exploite dans plusieurs îlots de la mer du Sud (1). Dans un terrain composé uniquement de sable blanc et d'argile, il suffit d'ajouter une faible quantité de guano pour pouvoir y récolter les plus riches moissons de maïs. Le sol, ainsi préparé, ne renferme aucune autre matière organique que le guano, et cet engrais est composé d'urate d'ammoniaque, d'oxalate d'ammoniaque, de phosphate, de carbonate de la même base et de quelques sels terreux (Fourcroy, Vauquelin). Il se vend fort cher en Angleterre (60 francs les 100 kilogr.), et bien que ce prix paraisse exorbitant, plusieurs cultivateurs ont obtenu les meilleurs résultats de son emploi (2). On a cherché tout récemment à importer chez nous, sous le nom de *colombine*, le guano du Pérou. Ce n'est pas dans le nom que la différence apparaît, on peut même appeler cela une traduction heureuse; car la *colombine* est

stance animale se trouve à l'état très divisé, et rendue par le carbone plus difficilement composable et plus propre à suivre les progrès de la végétation.

(1) Le guano est déposé dans ces îlots par une foule immense d'oiseaux aquatiques (palmipèdes) qui les habitent pendant l'incubation : ce sont les excrémens putréfiés de ces oiseaux; ils couvrent la terre d'une couche de plusieurs pieds.

(2) C'est du moins ce qui se trouve répété à chaque ligne sur les prospectus des négocians anglais, qui cherchent à en généraliser l'emploi dans toutes les parties du monde. Le guano coûte au Pérou 15 fr. les cent kilog.; il renferme de 50 à 54 d'azote sur 1000.

aussi une fiente d'oiseaux (de pigeons); mais cet engrais est encore plus riche que le guano (1). Les Flamands attachent un grand prix à la colombine; tous les ans ils louent les pigeonniers de la Picardie et emportent la colombine dans leur pays. Ils emploient jusqu'à 200 francs par hectare de cette fiente.

A mesure que le commerce des engrais a pris de l'importance, les fraudes et les falsifications de toutes sortes ont fait aussi d'immenses progrès. Les *noirs-résidus* des raffineries sont, depuis 1824 (2), très recherchés en agriculture. La consommation de ces résidus ayant augmenté bien au-delà de la production, les manufacturiers se sont vus forcés de les mélanger, souvent même en présence des agronomes. Peu à peu ce mélange a pris de l'extension, et il n'a bientôt plus été possible de trouver de ces noirs à l'état de pureté.

Il est donc inutile d'ajouter que cet état de choses a fait perdre de fortes sommes aux imprudens fermiers qui avaient fait des approvisionnemens considérables et à grands frais de matières inertes. Enfin dernièrement l'autorité s'est vue forcée de prendre des mesures sévères pour détruire ces dangereux abus, et tout d'abord elle a nommé des experts chargés de constater les délits en essayant

(1) La colombine renferme de 80 à 83 pour 1000 d'azote.

(2) Avant 1824, les raffineurs payaient un droit pour faire jeter à la décharge publique les noirs-résidus de leur fabrication.

les engrais suspects. Mais ces essais trop grossiers n'ont pu suffire ; car ils reposaient sur la *combustibilité* de la matière organique contenue dans le noir de raffinerie, et dont la quantité indiquait la richesse. On pesait une certaine quantité de l'engrais à essayer ; on le soumettait, dans une capsule en platine ou en terre, à l'action d'une chaleur vive qui déterminait la combustion de la matière organique, de sorte que la *perte* plus ou moins grande était, pour les experts, la preuve évidente que le noir contenait une plus ou moins grande quantité de matière azotée. Mais combien il était facile, ne s'en tenant qu'à de pareils procédés, de ne pas s'apercevoir de la fraude la plus commune, c'est-à-dire du mélange avec *du poussier de tourbe*. Aussi doit-on y renoncer complètement.

Pour faire l'essai d'un engrais, on emploie aujourd'hui une méthode beaucoup plus rationnelle et d'une exécution qui, sans être aussi simple, n'est pas moins facile. Il s'agit de faire d'abord un échantillon qui représente exactement la composition de toute la masse d'engrais à examiner ; on y parvient aisément en commençant par prendre dans tout l'engrais une masse d'environ 100 kilogrammes, en mélangeant cette masse, la divisant en dix portions dont on prend un kilogramme ; ces dix kilogrammes sont pulvérisés et tamisés avec soin ; ils fournissent le dernier échantillon, dont on prend, par exemple, 10, 5 ou 2 gram-

mes, etc. Quelque petite que sera la quantité employée pour l'essai qui nous occupe, elle représentera la composition exacte des bateaux, tombereaux, tonneaux, etc., d'engrais à examiner. On soumet ensuite l'échantillon d'épreuve à une dessiccation complète. A cet effet, on l'introduit dans un tube de verre, fermé à la lampe par l'une de ses extrémités, plongeant dans un bain d'huile d'une température de 100 à 120°, et on le met en communication avec un tube plein de chlorure de calcium (chlorhydrate de chaux fondu), qui correspond lui-même à une cloche posée sur le plateau d'une machine pneumatique. Lorsque l'appareil est ainsi disposé, on fait le vide, et, à l'aide de la chaleur, toute l'eau que pouvait contenir l'échantillon d'épreuve se trouve vaporisée et absorbée par le tube à chlorure de calcium; quand, après avoir fait manœuvrer pendant quelques instans la machine, on ne voit plus de vapeurs aqueuses se condenser sur les parois du tube, on pèse la matière avec soin et on la brûle dans un tube de Liebig (tube à combustion pour analyser) en la mélangeant avec de l'oxide de cuivre. Dans cette combustion, le carbone de la matière se trouve réduit en acide carbonique en se combinant à l'oxigène de l'oxide de cuivre; l'hydrogène se porte aussi sur une partie de l'oxigène pour former de l'eau; l'acide carbonique se rend dans un tube à boules plein d'une solution de potasse caustique qui sature l'acide. Quant à l'eau,

elle se trouve en partie condensée dans les boules du tube, et l'excès se trouve absorbé par du chlorure de calcium, qui remplit la cavité d'un tube placé à l'extrémité du tube à boules. Pendant ce temps, l'azote, qui n'est point soluble dans l'eau, traverse le liquide alcalin du tube à boules, se dessèche à travers le tube de chlorure de calcium, et vient remplir des cloches graduées qui indiquent le volume exact du gaz. Enfin, comme l'échantillon d'épreuve contient quelquefois une petite quantité d'oxigène qui pourrait se mêler à l'azote et former un oxide gazeux, ou bien augmenter son volume, ce qui induirait l'analyste en erreur, on a soin d'ajouter dans le tube à combustion une petite couche de cuivre métallique qui absorbe l'oxigène au fur et à mesure qu'il s'en produit.

Les moyens d'analyse que nous venons d'indiquer pour obtenir le titre des engrais, peuvent jusqu'à un certain point servir à reconnaître la quantité de matière azotée contenue dans le sol, par conséquent sa qualité, que nous désignerons sous le nom d'*engrais du sol*. Nous pensons qu'on parviendrait ainsi à reconnaître d'une manière exacte la *fertilité* ou la *fécondité* d'un terrain (1), l'état dans lequel se trouvaient les terres affermées à tel ou tel cultivateur, et celui dans lequel

(1) Bien que la quantité plus ou moins grande d'azote du sol soit pour nous l'expression exacte de sa richesse, n'ou-

ils les ont rendues. Ce moyen d'expertise n'offrirait-il pas une garantie morale aux propriétaires et aux fermiers? Enfin, si le cultivateur rendait ses terres en meilleur état que dans celui où il les a prises, le propriétaire ne devrait-il pas lui en tenir compte, et réciproquement?

Il est telle ou telle culture qui épuise le sol, ou qui lui rend à peu près ce qu'elle lui emprunte. On sait aujourd'hui d'une manière positive, d'après les expériences de M. Boussingault, la quantité de matière azotée enlevée ou donnée par une culture.

Si les céréales épuisent le sol plus que tous les autres végétaux, cela ne tient pas seulement à l'abondance et à l'avidité de leurs racines chevelues : c'est qu'on récolte toutes les parties de la plante qui pourraient, en mourant et se décomposant sur le sol, lui rendre une partie de l'azote qu'elles lui enlèvent (1); c'est qu'enfin on attend la maturation des grains, et c'est ici l'occasion de se rappeler que la graine des céréales contient une matière azotée qui lui donne une qualité d'autant plus appréciable, qu'elle est plus grande (gluten), et que le sol y pourvoit encore.

Il n'en est pas ainsi des plantes dont les feuilles

blions pas l'influence notable et que l'agronome ne devra jamais perdre de vue, des propriétés physiques et chimiques (friabilité, sécheresse, alcalinité, état marneux, calcaire, siliceux, pyriteux, etc.).

(1) On sait que la *paille* est un produit très important,

offrant une grande surface, absorbent tous les principes azotés répandus dans l'air, et ne permettent pas de perdre les produits de l'évaporation du sol. C'est ainsi que l'on explique les bons résultats obtenus par les cultivateurs qui ont généralisé les prairies artificielles (luzernes, trèfles, etc.), et qui ont remplacé les *jachères* dans un grand nombre de localités (1). Enfin la culture des pommes de terre, qui sert ordinairement de préparation aux terres destinées à recevoir du blé, offre plusieurs avantages que nous signalerons en peu de mots : le *buttage,* le *binage,* le *sarclage,* et enfin l'*arrachage,* sont autant de préparations du sol, de causes de divisibilité, etc.; les feuilles et les mauvaises herbes qui restent sur le terrain, après la récolte sont considérées, en pratique, comme équivalant à un quart de fumure. Enfin, si les propriétaires se livrant à l'extraction de la fécule, faisaient servir comme engrais les eaux des féculeries et les divers résidus de cette fabrication, on peut

tant comme aliment pour les bestiaux, que comme litière et base de fumiers, etc.

(1) Il serait trop long d'entrer dans les détails que nécessiterait la question des *jachères,* aussi renvoyons-nous nos lecteurs aux ouvrages spéciaux; cependant, nous dirons que, malgré l'opinion émise par quelques agriculteurs, les jachères conviennent à certaines localités, les terres étant trop pauvres par elles-mêmes pour être cultivées sans l'addition d'une grande quantité d'engrais, et ayant besoin de se refaire par la mort et la décomposition successive des mauvaises herbes auxquelles elles ont donné naissance.

être persuadé, tout bien calculé, que la culture des parmentières rendrait plus au sol qu'elle ne lui emprunte.

Nous donnerons à la fin de la sixième leçon le tableau de quelques cultures, et de leurs produits comparés à ceux des pommes de terre.

CINQUIÈME LEÇON.

ENGRAIS (suite).

Analyse simplifiée des engrais. — Tableau des équivalens des engrais. — De quelques engrais qui figurent dans ce tableau. — Fumure des terres et nutrition animale.

Dans la leçon précédente, nous avons indiqué succinctement le procédé à suivre dans l'analyse d'une matière organique, et particulièrement d'un engrais, et nous avons expliqué comment on arrive à la détermination de l'azote ; mais nous avons supposé que l'on voulait connaître la composition élémentaire de l'engrais, et partant, savoir combien il contenait de carbone, d'hydrogène, d'oxigène et d'azote. C'est pourquoi nous avons employé le tube à chlorure de calcium et le tube à potasse (tube à boules de Liebig). Mais comme il s'agit de connaître simplement la quantité d'azote que l'engrais renferme pour le *titrer*, nous ajouterons que les tubes à chlorure de calcium et à potasse sont inutiles, et que l'on peut opérer ainsi :

On prend un tube en verre assez fort, fermé à la lampe par l'une de ses extrémités; on commence

par le dessécher en le *rinçant* avec une petite quantité de bioxide de cuivre chaud qu'on promène dans l'intérieur en le secouant légèrement. Lorsqu'on a ainsi chassé l'humidité que le tube pouvait contenir, on introduit une petite quantité de bicarbonate de soude. Par-dessus ce sel, une couche de bioxide de cuivre; puis 3 décigrammes environ de l'engrais à analyser, bien desséché, et qu'on mélange avec un peu d'oxide de cuivre. Par-dessus la couche de ce mélange, on ajoute du cuivre en planures, parfaitement décapé, une nouvelle couche d'oxide de cuivre, et enfin on achève de remplir le tube avec du cuivre métallique. Cela fait, on entoure le tube d'une feuille de laiton, dit *clinquant :* on assujétit cette feuille avec du fil de fer, et on ne laisse dégarnie que la partie du tube qui est pleine de bicarbonate de soude, attendu qu'elle est peu chauffée, et qu'on ne se sert du laiton que pour empêcher la chaleur de faire fondre le tube ou le déformer. On place ensuite le tube à combustion dans un fourneau long en tôle, et on adapte à son extrémité ouverte un tube divisé en deux branches, dont l'une, recourbée à son extrémité, plonge dans un bain de mercure, et sert à recueillir les gaz, et l'autre communique à une petite pompe à air de Gay-Lussac. Lorsque ce tube est bien assujéti au tube à combustion, on fait agir la pompe pour s'assurer que tout joint bien. S'il en est ainsi, le vide s'opère dans l'appareil, et l'on voit le mercure monter dans le

tube à recueillir les gaz. On met debout dans le bain à mercure, et au-dessus de l'extrémité du tube à recueillir les gaz, une éprouvette pleine aux deux tiers de mercure, et dont la partie supérieure est remplie d'une solution concentrée de potasse. On remplit ensuite le fourneau de charbon, à partir de la première couche de bioxide de cuivre, attendu que la partie du tube qui contient le bicarbonate de soude sort un peu du fourneau, et devra être chauffée plus tard. Lorsque tout le fourneau est garni de charbons incandescens, la matière organique se brûle, son oxigène et son carbone forment de l'acide carbonique, l'hydrogène trouve de l'oxigène pour former de l'eau et passer à l'état de vapeur avec l'azote, dans l'éprouvette; l'acide carbonique sature la potasse; la vapeur d'eau se condense, et augmente d'une manière peu sensible la solution, tandis que l'azote insoluble occupe la partie supérieure de l'éprouvette, et déplace un peu le liquide. Lorsque l'opération est terminée, ce qui se reconnaît lorsqu'il n'y a plus dégagement de gaz, le tube étant porté au rouge, on chauffe alors l'extrémité qui contient le bicarbonate de soude. Ce sel se décompose, et laisse dégager une grande quantité d'acide carbonique, qui *balaye* tout le tube à combustion, c'est-à-dire entraîne avec lui les gaz qui ne se seraient pas rendus dans l'éprouvette, et vient encore saturer la solution de potasse. Après avoir pris ces précautions, on agite

avec soin la solution de potasse contenue dans l'éprouvette que l'on maintient toujours plongée dans le bain de mercure, afin de saturer la portion d'acide carbonique qui pourrait être mélangée au gaz azote. On peut même faire passer dans cette solution un petit morceau de potasse caustique, quand on craint qu'elle ne soit plus assez forte pour saturer ce petit excès d'acide carbonique. Ensuite, on enlève l'éprouvette du bain à mercure à l'aide d'une soucoupe; on la pose dans une terrine pleine d'eau, et on la vide de mercure pour la remplir d'eau; opération qui doit se faire avec beaucoup de précautions. Enfin, on transvase, après agitation, le gaz qui occupe toujours la partie supérieure de l'éprouvette, et qui est de l'azote pur, dans une petite cloche graduée, afin d'en connaître le volume, et de savoir combien les 3 décigrammes de matière contiennent d'azote.

Lorsqu'on a le volume on a facilement le poids, d'après les tables de réduction. Ainsi :

1	litre d'azote	sec, tempér.	0°	et press.	0m,76,	pèse	1gr,259
1	»	humide,	15°	»	0 ,77	»	1 ,188
1	»	»	15°	»	0 ,76	»	1 ,172
1	»	»	15°	»	0 ,75	»	1 ,156
1	»	»	15°	»	0 ,74	»	1 ,140

Etc., etc.

TABLEAU DES ÉQUIVALENS DES ENGRAIS.

SUBSTANCES.	Azote pour 1000.	Équivalens.
Fumier de ferme....	4,0	10000
Paille de Pois......	17,9	2223
Paille de Millet....	7,8	5128
Paille de Sarrazin..	4,8	8333
Paille de Lentilles..	10,1	3960
Paille de Avoine...	2,8	14285
Paille de Orge.....	2,3	17390
Paille de Seigle....	1,7	23529
Paille de Froment..	4,9	8160
» » 0,67 inférieure	4,1	9750
» » 0,33 supérᵉ...	13,3	3000
Balles de froment....	8,5	4700
Tiges sèches de topinambours........	3,7	10810
Fanes de Madia....	5,7	7010
Fanes de Betteraves	5,0	8000
Fanes de P. de terre.	5,5	7272
Fanes de Carottes..	8,5	4700
Herbes de prairies (graminées).......	5,3	7547
Genêt, tige et feuilles.	12,2	3278
Feuilles d'autom. Chêne....	11,7	2777
Feuilles d'autom. Hêtre..... Peuplier.. Acacia.... Poirier...	5,3	7434
Feuilles d'autom. Bruyère..	17,4	2290
Fucus digitatus......	8,6	4650
» »	9,5	4211
» saccharinus sec.	13,8	2890
» » »	5,4	7400
Touraillons.........	45,1	880
Racines de trèfle....	1,6	24800
Graines de lupin.....	34,9	1140
Marc de raisin......	18,3	2185
Pulpe de bett. (sèche)	11,4	3500
Pulp. de bett. (pressée)	3,8	10580
Écume (Vigneux)....	5,3	7465

SUBSTANCES.	Azote pour 1000.	Équivalens.
Tranche de betterave épuisée (11)......	0,9	11365
Tourteaux de Lin............	52,0	769
Tourteaux de Colza...........	49,2	813
Tourteaux de Arachys hypogea.	83,3	462
Tourteaux de Madia..........	50,6	790
Tourteaux de Épuration (sciure)	5,4	7497
Tourteaux de « (graisses)	35,4	1130
Tourteaux de Croton.........	40,2	995
Pulpe de P. de terre.	5,3	7600
Suc »	3,8	10638
Eaux de féculeries...	0,6	64516
Dépôt »	3,6	11110
Dépôt » sec..	15,4	2450
Eaux de fumiers (lavage, pluies).....	0,59	67459
Sciure Acacia.....	2,9	13790
Sciure Chêne......	5,4	7400
Excrémens solides. Vache..	3,2	12500
Excrémens solides. Cheval.	5,5	7270
Urine. Vache..	4,4	9090
Urine. Cheval.	2,6	1530
Excrémens mixtes. Vache..	4,1	9750
Excrémens mixtes. Cheval..	7,4	5400
Excrémens mixtes. Porcs...	6,3	6240
Excrémens mixtes. Moutons	11,[illegible]	3600
Excrémens mixtes. Chèvres	21,6	1850
Guano normal.......	49,7	804
Guano extrait par tamisage	53,9	741
Colombine..........	83,0	480
Litière des vers à soie.	32,90	1215
Chrysalides des vers à soie.............	19,14	2061
Engrais froid liquide.	1,9	21050
» »	2,2	18180
Poudrette Belloni....	35,5	1020
» Monfaucon.	15,6	2560

SUBSTANCES.	Azote pour 1000.	Équivalens.	SUBSTANCES.	Azote pour 1000.	Équivalens.
Coquilles d'huîtres ..	3,2	12500	Râpure de corne	143,6	278
Goëmon brûlé.......	3,8	10526	Hannetons..........	32,1	1270
Suie. Houille.	13,5	2962	Os Fondus.......	70,2	570
Suie. Bois........	11,5	[illegible]78	Os Humides......	53,1	574
Vase rivière (Morlaix)	4,0	10000	Os Gras	62,1	643
Trez rade de Roscoff..	1,3	30769	Résidus de colle d'os.	5,2	7575
Merl...............	5,1	7810	Marcs de colle d'os...	37,3	1080
Cendres Picardie....	6,5	6150	Pain de creton......	118,7	336
Chair muscul. sèche..	150,4	306	Noir des raffineries ..	10,6	3770
Morue salée.........	67,0	597	» » 0,2		
» lavée, pressée.	168,6	237	» animalisé........	10,9	3669
Sang. Sec, soluble.....	121,8	328	» » 9,2		
Sang. Liquide.........	27,1	1474	» » des camps	12,4	3220
Sang. Coagulé, pressé..	45,1	886	Terre. Limagne........	3,2	12618
Sang. Insoluble, sec...	148,7	269	Terre. Marville	2,2	18274
Plumes	153,4	260	Terre. Boulbène de la		
Poile de Bœuf	137,8	290	Haute-Garonne.	0,7	55172
Chiffons de laine....	179,8	222			

Dans le tableau qui précède, nous avons placé les engrais les plus connus; et les principales matières qui peuvent être employées comme tels, dont l'analyse a fourni à M. Payen le titre exact.

Dans la première colonne se trouve le nom de la matière, dans la seconde la quantité d'azote renfermée dans 1000 parties de la matière, et dans la troisième le nombre de kilogrammes à employer pour fumer un hectare. C'est notre fumier de ferme qui nous a servi d'équivalent, et qui est en tête du tableau. Il en faut 10,000 kilogrammes pour fumer un hectare: ce qui revient à dire que 10,000 kilogrammes de matière contenant

4 pour 1000 d'azote fument un hectare de terre. Or, on a dû prendre pour point de comparaison un hectare de terre fumé avec 10,000 kilogrammes de fumier contenant 4 pour 1000 d'azote. De sorte qu'il ne faudrait que 5000 kilogrammes de matière contenant 8 pour 1000 d'azote pour obtenir les mêmes résultats, et ainsi de suite.

Nous allons donner les explications nécessaires pour l'intelligence des abréviations, et de certaines matières contenues dans ce tableau.

Lorsqu'on voit dans ce tableau la *paille* des *céréales*, des *légumineuses*, etc., contenir une aussi forte proportion d'azote, on a tout d'abord lieu de se demander pourquoi on les donne en aliment aux bestiaux au lieu de s'en servir comme engrais, et comment il se fait que les excrémens des animaux herbivores qui en ont consommé, contiennent si peu d'azote comparativement ?

On remarquera d'abord ici que la paille est dans le premier cas à l'état sec, et que dans les excrémens elle est très divisée, unie à une grande quantité d'eau, et qu'une partie de son azote a servi à la nutrition des animaux (1).

(1) Il serait difficile de pouvoir déterminer la quantité nutritive des alimens propres aux animaux avec autant d'exactitude que nous déterminons la quantité productive des engrais. Ceux-ci agissent environnés d'une terre qui, retenant une grande partie des solutions et des gaz, permet d'utiliser entre des limites très étendues, de plusieurs mois à plusieurs années, les produits de la décomposition propres à la nutrition végétale, tandis que les substances alimen-

Si l'on compare la proportion d'azote contenue dans les excrémens solides de l'homme et des animaux, on trouve qu'elle est presque nulle, comparativement à celle qui est renfermée dans les excrémens liquides. Cela ne peut en effet être autrement.

Les alimens que prennent l'homme et les animaux ne peuvent entretenir la vie qu'autant qu'ils présentent aux organes les élémens dont ils ont besoin pour leur propre reproduction. Les blés ainsi que les herbes fraîches et desséchées qu'ils consomment, contiennent sans exception des principes riches en azote.

La quantité de fourrage, ou, en général, de nourriture qu'il faut à l'animal, diminue dans le même rapport que cette nourriture est riche en principes azotés; elle augmente au contraire dans le même rapport que cette nourriture en contient moins.

On peut entretenir la vie d'un cheval en ne le nourrissant qu'avec des pommes de terre, qui contiennent fort peu d'azote; mais cette vie est une inanition lente. Le cheval ne gagne ni en masse, ni en force, et succombe aux plus légers efforts.

Les quantités énormes de riz que les Indiens prennent dans leur repas nous étonnent. La raison

taires pour les animaux, doivent fournir en quelques heures à l'assimilation, et que le moindre retard, dû à des différences purement physiques ou inappréciables, pourrait avoir une grande influence sur le résultat principal. (Magendie.)

en est fort simple, lorsqu'on se rappelle que le riz est la céréale la plus pauvre en azote.

Il est clair que l'azote des plantes et des graines qui servent de nourriture aux animaux, est employé pour l'assimilation. Après la digestion, les excrémens de ces animaux doivent être privés d'azote; et s'ils en contiennent, cela provient de quelques sécrétions biliaires ou intestinales. Du reste, de toute manière ils contiennent toujours moins d'azote que les alimens consommés (1).

(1) « Chez les carnivores, dit J. Liebig, l'acte de la nutrition prend une forme très simple, car tous les alimens sont identiques avec les principes essentiels de leur propre corps, c'est-à-dire que la chair, le sang, les membranes, etc., qu'ils consomment ne diffèrent chimiquement ni de leur propre chair, ni de leur propre sang. Dans l'estomac, organe digestif des carnivores, leurs alimens acquièrent une nouvelle forme sans que leur composition chimique soit altérée; ils deviennent solubles et propres à être transportés dans d'autres parties de l'organisme, et prennent de nouveau la forme du sang d'où ils dérivent. Les fonctions des appareils destinés, chez les carnivores, à la digestion et à la sanguinification se bornent donc à faire subir une métastase aux alimens : chaque partie de ces alimens est assimilable, et il n'y a que les principes minéraux, tels que la matière osseuse, les sels magnésiens insolubles qui, amenés en excès, soient rejetés de nouveau par le canal intestinal. Chez les herbivores, l'acte de nutrition paraît être bien plus compliqué, car leurs organes de nutrition sont plus complexes, et leurs alimens ressemblent moins aux parties essentielles de leur corps... » (*Revue Scientifique*, t. [illegible])

D'où il est aisé de comprendre pourquoi, chez les uns (carnivores), le tube intestinal est si peu développé, tandis que chez les autres (herbivores), il est si compliqué, surtout dans les ruminans (quatre estomacs), etc.

Les excrémens de l'homme sont les plus azotés de tous, parce que, pour lui, manger c'est non seulement la satisfaction d'un besoin, mais en même temps une source de jouissances ; de sorte qu'il consomme plus d'azote qu'il ne lui en faut : c'est cet excès qui passe alors dans ses excrémens.

Ainsi par le fumier animal, on ramène toujours dans le sol moins de matières azotées que l'on n'en enlève par les récoltes ; mais on y apporte toujours une plus grande quantité de la substance nutritive qu'avait fournie l'atmosphère seule. La véritable question scientifique pour le cultivateur se réduit à savoir utiliser convenablement l'aliment azoté des plantes que produisent non seulement les excrémens de l'homme et des animaux par la putréfaction, mais encore les débris animaux et toutes les matières végétales riches en azote. S'il ne l'apporte dans ses champs sous une forme convenable, cet aliment est perdu pour lui en grande partie. Un tas de fumier mal employé ne lui serait pas plus utile qu'à son voisin ; au bout de quelques années il trouverait à sa place les débris carbonés des parties végétales pourries, mais parmi eux il ne rencontrerait plus d'azote ; celui-ci s'étant dégagé en totalité à l'état de carbonate d'ammoniaque (*azote* + hydrogène + carbonate + oxigène).

Nous avons besoin de rappeler que plus les organes des végétaux sont jeunes, plus ils contiennent d'azote, pour expliquer pourquoi la par-

tie supérieure de la paille est plus azotée que la partie inférieure qui est d'une formation antérieure (1). Cette différence est indiquée dans le tableau des équivalens : la partie supérieure de la paille ou les 0,33 de la totalité de la tige contient 13,3 d'azote pour 1000 parties; tandis que la partie inférieure, qui est à peu près deux fois aussi grande (elle comprend les 0,67 de la tige), en renferme seulement 4,1. Ce fait important, qui est dû aux recherches de MM. Boussingault et Payen, démontre l'avantage qui résulterait de donner aux bestiaux la partie supérieure des pailles, tandis qu'on réserverait l'autre pour la litière (2).

On observe aussi que la paille ou *tiges desséchées* des légumineuses (lentilles, pois), est beaucoup plus riche en azote que celle des graminées (blé, seigle, etc.). Tous les produits des végétaux de cette famille sont dans ce cas. C'est ce qui nous est encore démontré dans le tableau par les tiges et les feuilles des *genêts*, les *graines de lupin*, les *racines de trèfles*, etc. Tout le monde sait que les fèves, les haricots, les lentilles, etc., sont autant d'alimens très nourrissans; les pois chiches

(1) A part cela, nous pensons qu'il faut prendre en considération que l'on approche des épis, et que l'on trouve l'excès d'azote qui, n'ayant pu servir à la fructification (*gluten*), est pour ainsi dire resté en chemin. (N. des R.)

(2) On commence à soumettre les chevaux de notre cavalerie à ce genre d'essai; nous pensons bien qu'il réussira, et qu'il viendra éclairer un peu les agriculteurs arriérés.

forment la base de la nourriture des forçats.

Les *feuilles* d'arbre, et notamment celles d'automne, renferment une quantité d'azote qui explique la bonté du terreau qui en provient.

Les différentes espèces de *fucus* (famille des algues) qu'on récolte en si grande quantité sur les côtes de la Bretagne et de la Normandie sous le nom de *goëmon,* et que l'on brûle pour obtenir *la soude naturelle,* forment un excellent engrais, surtout par leur mélange avec le fumier de ferme.

Les *touraillons* ne sont autre chose que les radicelles de l'orge germé des brasseries (nous y reviendrons).

Les *graines de lupin* forment depuis quelque temps, en Toscane, la base d'un commerceassez important : on les vend de 6 à 10 fr. les 100 kilog. Pour leur faire perdre la faculté de germer, on détruit l'embryon en les torréfiant légèrement, ou en les faisant bouillir à la vapeur.

Les *marcs des raisins* sont employés comme fumier dans les pays vignobles.

Nous reviendrons sur l'emploi de la *pulpe* de betteraves, lorsque nous traiterons de l'extraction du sucre.

Les *écumes* qui proviennent de la défécation du jus de betteraves, mélange d'albumine végétale et de chaux (*albuminate de chaux*), sont employées auprès des sucreries comme engrais. *Vigneux* est le nom d'une localité aux environs de Villeneuve-Saint-Georges, où s'exploite en ce moment une

sucrerie indigène sous la raison sociale Verdeau et Compagnie. Nous aurons quelquefois l'occasion d'en parler.

Les *tourteaux*, ou résidus de la fabrication des huiles obtenues par la pression, ne contiennent que de l'albumine végétale, du gluten et peu de cellulose. Ce sont des engrais excellens; plus ils sont épurés et débarrassés de matières huileuses, et meilleurs ils sont, car l'huile est nuisible à la végétation. Plus ils sont divisés, plus ils ont d'action; aussi les emploie-t-on à l'état de poudre. Nous aurons occasion, en parlant de l'extraction des huiles, de revenir sur l'*arachys hypogea* et sur le *madia sativa*, plantes nouvellement importées en France, et qu'on commence à cultiver pour leurs graines oléagineuses.

La *pulpe* des pommes de terre, les *eaux de féculeries*, les *dépôts*, etc., formeront le sujet de quelques observations importantes pour les agronomes.

L'*urine* des herbivores est, comme on le voit dans notre tableau, plus riche en azote que leurs *excrémens;* aussi est-il avantageux pour les cultivateurs de la recueillir avec soin (1). La quantité d'azote renfermée dans les excrémens des moutons et des chèvres, indique l'effet qu'on doit attendre de leur mélange avec ceux des vaches, de

(1) L'urine arrive sur les champs, soit comme eau de fumier ou *purin*, soit accidentellement avec les excrémens solides qui en sont imprégnés. C'est à l'urine que ces derniers

cheval, etc, qui constitue les excrémens mixtes du tableau. (Elle indique aussi l'avantage du *parcage.*)

Si le *guano* renferme plus d'azote lorsqu'il est *tamisé*, c'est qu'alors il est débarrassé des débris végétaux et des cailloux avec lesquels il est mélangé à l'état *normal.*

Les *litières des vers à soie* et les *chrysalides* doivent la propriété de dégager de l'ammoniaque, propriété qu'autrement ils ne possèdent qu'à un degré très faible.

L'urine de l'homme est composée, d'après Berzelius, sur 1000 parties, de

Urée	30,10
Acide lactique libre / Lactate d'ammoniaque / Matières extractives	17,14
Acide urique	1,00
Mucus de la vessie	0,32
Sulfate de potasse	3,71
Sulfate de soude	3,16
Phosphate de soude	2,94
Biphosphate d'ammoniaque	1,65
Sel marin	4,46
Sel ammoniac	4,50
Phosphate de magnésie et de chaux	1,50
Silice	0,03
Eau	933,00
	1000,00

L'urine des herbivores contient, outre l'urée, de l'*acide hippurique* qui, par la putréfaction, se décompose en ammoniaque et en acide benzoïque ; on retrouve l'ammoniaque comme gluten, l'acide benzoïque comme tel, dans l'*anthoxanthum odoratum*. (J. Liebig.)

doivent être considérées comme un engrais assez riche pour être regardé comme produit important dans les magnaneries.

On sait que la houille donne par sa distillation du carbonate d'ammoniaque ; c'est ce qui explique suffisamment pourquoi la *suie* qui provient de la combustion de cette matière est plus riche en azote que la *suie* de bois.

Les *plumes*, les *poils*, les *chiffons de laine*, les *rapures de corne*, le *débourrage des peaux*, etc., sont autant d'engrais très riches en azote, mais dont l'état moléculaire ne permet pas une désagrégation prompte. Ils demandent en général de cinq à six ans avant d'être entièrement décomposés; aussi doit-on les employer de préférence pour fumer les pépinières, les plans de vigne, etc. Ils suivent lentement les progrès de la végétation. De sorte que si l'on prend en considération la lenteur de leur décomposition, leur richesse en azote, et la quantité qu'il en faut pour fumer un hectare de terre, on saura exactement quelle est la quantité à employer pour obtenir pendant six ans les mêmes résultats qu'en fumant chaque année avec 10,000 kilogrammes de fumier de ferme.

Les *hannetons* donnent à l'analyse 32,1 pour 1000 d'azote. Ne devrait-on pas, dans les localités où ces insectes exercent de si grands ravages, encourager les femmes et les enfans à les recueillir? Ils donneraient un engrais qui couvrirait les frais de ce travail et diminuerait la quantité de vers

blancs (larves des hannetons) pour les années suivantes.

Les *os*, appliqués à la fertilisation des terres, n'agissent qu'en vertu du tissu fibreux organique qu'ils renferment; cette action varie suivant que les os sont *fondus*, *humides* ou *gras*, suivant leur état de division, etc.

Le *pain de creton* est formé de l'assemblage des *membranes adipeuses* qui proviennent de l'extraction des graisses : c'est une substance très riche en azote.

Le *noir animalisé* est obtenu par le mélange des matières fécales avec une poudre terreuse carbonisée. C'est un excellent engrais. Il a été inventé, en 1833, par M. Salmon, associé de M. Payen (*manufacture de produits chimiques de Grenelle*) (1). Cette découverte, qui résolvait deux questions, la désinfection des matières stercorales et la fabrication d'un engrais pouvant être appliqué avec avantage sans putréfaction préalable, valut à l'auteur le grand prix Monthyon.

Marville est une terre située près de Paris, dont M. Payen a dirigé l'exploitation, et où il s'est livré aux différentes cultures expérimentales. Au nombre des améliorations réalisées dans cette localité,

(1) M. J. Rossignon ayant été chef de travaux chimiques dans la manufacture de Grenelle (Buran et Cie), nous sommes parfaitement au courant d'un grand nombre de travaux et de procédés dont il sera plus d'une fois question dans ce cours.

nous devons citer : l'*égouttage* des prairies trop humides à l'aide de tranchées ouvertes ou maintenues avec des fascines; l'*abattage* de 6,000 pieds d'arbres et le *défrichage* de tout l'espace qu'ils occupaient; l'emploi de la *chaux* sur un sol argileux, abondant en détritus végétaux; l'introduction des *instrumens aratoires* de M. de Dombasle, et d'une *charrue* perfectionnée pour l'enfouissage des fumiers longs, etc.

SIXIÈME LEÇON.

EXTRACTION DES MATIERES AMILACÉES.

FÉCULE DE POMME DE TERRE.

Pomme de terre (*solanum tuberosum*). — Historique. — Composition chimique.—Solanine.—Variétés de pommes de terre (*Rohan*, *P. jaune*, *schaw d'Écosse*, *tardive d'Islande*, *Ségonzac*, *Sibérie*, etc.). — Semis de pommes de terre. — Dosage de la fécule contenue dans les tubercules. — Extraction en petit de la fécule. — Utilisation des eaux de féculerie. — Cultures comparées.

Les botanistes placent aujourd'hui avec raison la *pomme de terre* parmi les bourgeons. En effet, si l'on vient à examiner une pomme de terre quelque temps après l'avoir enfouie dans le sol, à étudier les différentes phases de sa végétation, on voit qu'elle a été chargée par la nature de reproduire le végétal comme le ferait un bourgeon, et qu'elle contient pour ainsi dire les élémens de la plante, élémens dont le développement s'effectue sous l'influence de la germination, qui fait subir à la majeure partie de la matière dont elle est formée (*fécule*) une transformation que nous aurons l'occasion d'étudier avec soin.

La pomme de terre (solanum tuberosum) appartient à la famille des solanées; sa racine, vivace et rampante, offre, de distance en distance, des tubercules charnus, de forme et de grosseur variables, suivant les sols, les soins de culture, les saisons et les variétés; la tige s'élève à la hauteur de deux à trois pieds; elle est herbacée, rameuse, anguleuse; ses fleurs sont en grappes et de teintes variées, ordinairement jaunes ou roses (1).

La pomme de terre paraît être originaire de la Virginie, en Amérique; on la trouve à Valparaïso, au Chili, et il paraît qu'elle vient spontanément à Montevideo. La pomme de terre, venue des régions équatoriales en Italie, fut introduite en Allemagne, d'où on la transporta en Espagne, et de là en Irlande, puis dans toute l'Angleterre : ce ne fut que vers la fin du seizième siècle qu'on l'importa d'Italie en France.

Un préjugé défavorable prédomina long-temps dans notre pays contre ce précieux tubercule; son usage fut même défendu, et sa culture resta long-

(1) La pomme de terre croît dans presque tous les terrains; ceux qui lui conviennent le mieux sont légers, profonds, peu humides et médiocrement fumés. Il convient, pour cette culture, d'amender des terres trop sableuses par des mélanges d'argile, d'anciens dépôts d'égouts, etc. Les terres trop fortes doivent être allégées avec des cendres de houille, des terres sableuses, du fumier de litière à longue paille, etc. Tous les fumiers conviennent; les plus actifs doivent être répandus à la superficie du sol, et les autres au fond du labour. (*Dict. techn.*, t. XVI.)

temps stationnaire. L'article qui lui est relatif dans l'Encyclopédie, rédigé en 1765, démontre ces préventions fâcheuses; il se termine ainsi : « *On reproche, avec raison, à la pomme de terre d'être venteuse ; mais qu'est-ce que les vents pour les organes des paysans et des manœuvres?* »

Ce fut en 1785 que Parmentier s'occupa, avec le plus de succès, de démontrer les avantages qu'offre la pomme de terre dans ses usages économiques; en 1786, des calamités de toute nature donnèrent un certain élan à la culture de cette plante. Un stratagème ingénieux y contribua d'ailleurs puissamment. On se rappelle que le philantrope Parmentier feignit de confier à des gendarmes la garde d'un champ de pommes de terre, afin de donner l'envie d'en dérober ; il atteignit son but, car en peu de temps le champ fut entièrement pillé.

Louis XVI accueillit avec bonté un bouquet que Parmentier avait composé des fleurs du *solanum tuberosum ;* quel moyen plus ingénieux pouvait-on imaginer pour mettre en crédit une plante jusqu'alors dédaignée, et qui offre la plus puissante garantie contre la famine? Les courtisans s'empressèrent à l'envie de cultiver cette plante, honorée des regards du roi. On n'ignore pas que c'est aussi à la flatterie qu'on dut l'essor donné à la culture de la betterave, et les succès de nos fabriques de sucre indigène.

Lorsqu'on voit aujourd'hui les nombreux

usages des pommes de terre et de la fécule qu'on en extrait lorsqu'on est à même d'apprécier chaque jour la ressource de leur culture (1) et de leur emploi comme matière alimentaire, n'a-t-on pas lieu de s'étonner que le nom d'un philantrope comme Parmentier soit presque entièrement tombé dans l'oubli.

Les pommes de terre renferment une substance alimentaire (fécule), qui s'obtient par les procédés les plus simples et les moins dispendieux, et que l'on peut conserver pour ainsi dire presque indéfiniment, car elle est inaltérable à l'air sec comme à l'air humide. L'extraction de la fécule est une industrie toute française; on n'en extrait pas moins de 12,000,000 de kilogrammes par an. Ses usages sont on ne peut plus variés; elle est la base de différentes pâtes alimentaires (tapioka, vermicelles, etc.), elle sert à fabriquer la dextrine et le sirop ou sucre de fécule, etc.

L'analyse de la pomme de terre a donné les résultats suivans :

(1) La culture des pommes de terre prépare le sol pour les semis de prairies artificielles ; le *buttage*, le *sarclage*, la récolte elle-même défoncent le terrain, et généralement ces sortes de cultures rendent au sol presque autant qu'elles lui ont pris. Les feuilles qui restent sur le terrain peuvent être considérées comme un quart de fumure. Les résidus, les eaux et les dépôts des féculeries, lorsque le cultivateur extrait lui-même la fécule, ajoutent encore à la compensation.

Eau................................		74,80
Fécule.............................		20,15
Tissu..............................		1,50
Suc. — Citrate de chaux..........	1,2	
Albumine et matière azotée........	1,3	
Asparamide (aspartate d'ammoniaq.)	0,1	
Sucre, résine, huile essentielle, matières grasses, citrate de potasse, phosphates de potasse et de chaux, silice, alumine, oxides de fer et de manganèse (1).		3,55
		100,00

Baup a trouvé de la *solanine* dans les pommes de terre germées, et il a reconnu que cette substance vénéneuse ne se trouve que dans les germes. Bien qu'elle n'y soit que dans une très faible proportion, il n'est pas sans danger de donner les pommes dans cet état aux bestiaux, à moins d'enlever préalablement les petites végétations des tubercules.

(1) Einhof a examiné différentes espèces de pommes de terre. Il a trouvé les mêmes substances, mais dans des proportions différentes. La table suivante presente la composition de quelques variétés, d'après les analyses d'Einhof, de Lampadius, de Henry.

Variétés.	*Tissu amilacé.*	*Amidon.*	*Albumine.*	*Gomme.*	*Acides et sels.*	*Eau.*
Pomme de terre rouge.......	7,0	18,0	1,40	4,4	8,1	73,0
La même après avoir germé..	6,80	18,20	1,30	3,7	»	73,0
Les jets des germes.........	2,80	0,40	0,40	3,3	»	93,0
Grande pomme de terre rouge	6,0	12,90	0,70	»	»	78,0
Pomme de terre du Pérou...	5,28	18,0	1,38	1,87	»	76,0
Pomme de terre anglaise.....	6,83	12,71	1,04	1,70	»	77,8
Pomme de terre de Paris.....	6,79	13,3	0,92	»	1,4	73,12

(*Thomson's organic chemistry.*)

Les espèces de pommes de terre sont excessivement nombreuses, et il suffit de reproduire cette plante par graines (1) pour en avoir toutes les variétés imaginables; chaque espèce renferme une quantité de fécule qui varie encore selon la nature du sol et selon la température ou le climat. Plus les pommes de terre sont hâtives, et plus elles doivent avoir de prix pour le manufacturier qui se livre à l'extraction de la fécule, parce qu'une des conditions de réussite de cette industrie est de se livrer le plus tôt possible à la fabrication, pour terminer de même, la saison exerçant une grande influence sur le rendement des tubercules; ce que nous expliquerons par la suite. On doit aussi donner la préférence aux pommes de terre qui renferment le moins d'eau, parce qu'elles se conservent mieux; elles fournissent sous le même volume une

(1) L'emploi des graines a été reconnu utile par Thouin, pour régénérer les races et faire naître des variétés nouvelles, parmi lesquelles on doit choisir et cultiver avec soin celles qui offrent les propriétés les plus utiles. On ramasse les graines du *solanum tuberosum*, dans les années chaudes, où elles parviennent à leur maturité; on les sème sur une planche de terre bien amendée; dès l'automne de la même année, on obtient une multitude de tubercules de la grosseur d'une aveline, qui doivent servir à faire des plantations au printemps suivant. Ce plan donnera, à la fin de la saison, une récolte plus abondante, et des produits doués de qualités supérieures à ce que l'on obtient en général de la plantation des tubercules des anciennes races. On peut se procurer ces avantages en consacrant au semis une planche de quelques mètres d'étendue. (*Dict. tech.*, t. XVI.)

plus grande quantité de fécule, sans augmentation d'aucun frais, les opérations devant être toujours les mêmes pour les pommes de terre riches ou pauvres en matière amilacée.

La pomme de terre doit être parvenue à son dernier degré de maturation; cela se reconnaît dans quelques espèces lorsque l'épiderme des tubercules est ridé et s'enlève par écailles.

Dans les deux tableaux suivans, nous avons indiqué la quantité de tubercules, et la quantité de fécule fournie par un hectare de terre, et dans le second la quantité de fécule obtenue en petit et en grand avec les mêmes variétés de pommes de terre.

Variétés.	Pour un hectare.	Fécule sèche.
Rohan...........	36,000 kilog.	6,000 kilog.
Patraque jaune...	23,000	5,300
Schaw d'Ecosse...	20,000	4,400
Tardive d'Islande.	35,000	4,310
Ségonzac.........	20,000	4,160
ibérie..........	25,000	3,500

Variétés.	Fécule pour 100 en petit.	Fécule pour 100 obtenue en fabrique.
Patraque jaune.....	23,26	18,26
Schaw............	22	17,10
Ségonzac..........	20,50	25,60
Rohan............	16,60	11,80
Sibérie............	14,25	10
Tardive d'Irlande...	12,30	8

La fécule existe dans la pomme de terre emprisonnée dans des cellules arrondies, à l'état granulaire. On avait pensé que les grains de fécule adhé-

raient aux parois de la cellule par le *hile* comme une graine à un placenta (1); mais chaque grain est parfaitement isolé. Seulement, outre la fécule, les cellules renferment une certaine quantité d'eau. Lorsqu'on fait cuire une pomme de terre, tous les grains se gonflent considérablement en absorbant de l'eau, se désagrègent et se confondent ensemble, au point que chaque cellule ne semble faire qu'un grain de fécule.

Le fabricant de fécule doit essayer, à l'aide d'une petite râpe en tôle percée, les pommes de terre qui lui sont offertes dans le commerce, afin de déterminer leur valeur vénale par la proportion de fécule qu'on en obtient ainsi dans un essai préliminaire en petit.

Pour apprécier la valeur réelle des différentes sortes de tubercules, il faut connaître les proportions d'eau et de matière sèche que chaque variété contient, et qui dépendent soit de la variété ellemême, soit de la nature du terrain, soit de la saison (2), et surtout, toutes choses égales d'ailleurs, de la culture. Les différences en ce genre peuvent être considérables; car, d'après plusieurs essais,

(1) Chaque grain de fécule présente, comme nous le verrons plus loin, un petit point ou stigmate nommé stile.

(2) Le tableau suivant indique l'influence de la saison sur le rendement des tubercules en fécule :

Octobre....	0,172 2/10
Novembre..	0,168 8/10
Décembre ..	0,156 6/10
Janvier.....	0,155 5/10

la proportion de la matière sèche varie, dans les différentes sortes de pommes de terre, depuis 0,33 jusqu'à 0,24.

Pour connaître exactement les proportions d'eau et de matière sèche, ce que l'on doit faire vers la même époque, au moment de la récolte, on enlève avec soin, à l'aide d'une brosse, toute la terre adhérente à la superficie. On coupe le tubercule en tranches très minces, qu'on met sur une assiette bien unie, à côté les unes des autres, sans qu'elles se recouvrent; on les fait dessécher, soit dans une étuve à courant d'air, soit simplement sur un poêle chauffé de 40 à 50°. On reconnaît que la dessiccation est complète, lorsqu'après avoir pesé plusieurs fois de suite ces tranches, à des intervalles de 30 à 40 minutes, on a obtenu chaque fois le même poids. Ces tranches sont alors dures et cassantes.

Lorsqu'on veut faire un essai exact, il n'est pas indifférent de couper la pomme de terre soit au milieu, soit sur les bords. La fécule n'est pas répartie d'une manière égale dans les tubercules; elle se trouve en plus grande quantité vers les

Février.....	0,152 2/10
Mars.......	0,15
Avril......	0,145 5/10

A mesure que l'on s'approche de l'époque à laquelle les pommes de terre commencent à pousser, une partie de la fécule subit, comme nous l'indiquerons plus loin, une transformation particulière sous l'influence de la germination.

bords qu'au centre, et quelquefois même, surtout dans les grosses pommes de terre, le centre est presque transparent, et ne contient que du tissu et de l'eau.

Après l'épiderme vient une couche ou zône peu épaisse de tissu sous-jacent, qui ne contient point de fécule; puis viennent les zônes à fécule, dont la quantité diminue à mesure que l'on arrive vers le centre. Si donc on veut avoir un échantillon qui représente exactement la composition du tubercule, on devra couper la pomme de terre de manière à obtenir une quantité égale de chacune de ces zônes.

Voici le procédé d'extraction en petit de la fécule de pommes de terre. Nous donnerons dans une prochaine leçon le procédé suivi dans les féculeries. Lorsque les pommes de terre ont été lavées, réduites en pulpe fine à l'aide d'une râpe, on porte cette pulpe sur des tamis en crin ou en toile métallique. On malaxe vivement la pulpe entre les mains, afin de faire entraîner par un filet d'eau, qui coule au milieu du tamis, toute la fécule mise en liberté par le déchirement du tissu fibreux de la pomme de terre; le liquide s'écoule limpide au travers du tamis. Lorsque presque tous les grains de fécule libre ont été entraînés par l'eau, on jette de côté la pulpe épuisée; l'on met une nouvelle couche de pulpe sur le tamis, et on continue de même.

La fécule obtenue en suspension dans l'eau se

dépose au fond du vase; on la délaie dans de l'eau et on la laisse déposer deux ou trois fois successivement, en changeant d'eau; on égoutte et on la livre au commerce à l'état humide, ou bien on la fait dessécher à l'étuve, quand il s'agit de l'expédier au loin.

D'après l'aperçu que nous venons de donner sur l'extraction de la fécule, il est facile de juger quelle quantité d'eau on doit employer dès qu'on agit en grand (1). Ces *eaux de féculeries* tiennent en solution une grande quantité de matière azotée, et en suspension des débris de pulpe et un peu de fécule. Autrefois, les fabricans laissaient perdre ces eaux, qui allaient se jeter dans des étangs ou des ruisseaux, ou bien allaient former quelques mares aux environs de leur fabrique, répandant au loin par leur stagnation des vapeurs infectes (2). Il est souvent arrivé que les poissons de quelques étangs ont été empoisonnés par suite de l'écoulement de

(1) Non seulement l'eau est nécessaire pour entraîner dans les bacs la fécule qu'on extrait par déchirement des tubercules, mais il en faut encore de grandes quantités pour laver ce produit à plusieurs reprises et l'obtenir parfaitement blanc, le prix de la fécule dépendant principalement de sa blancheur, les féculiers ne sauraient employer assez d'eau pour les lavages.

(2) Les eaux de féculeries développent, par leur stagnation, une grande quantité d'hydrogène sulfuré, et principalement dans les terrains gypseux, comme ceux des environs de Paris. Il paraîtrait que le sulfate de chaux subit une décomposition notable sous l'influence de ces eaux et d'une certaine température. La quantité de soufre que contient le

ces eaux. Il s'en est suivi de longs procès, et partant des pertes considérables pour le manufacturier et le propriétaire de l'étang. Ces leçons n'ont pas suffi, à ce qu'il paraît; car aujourd'hui plusieurs féculiers s'obstinent à perdre des eaux dont la science a trouvé l'emploi au profit de l'agriculture et de la salubrité rurale. En jetant un coup d'œil sur le tableau des équivalens des engrais, on y voit figurer les eaux de féculeries, et contenir sur 1000 parties 0,6 d'azote. Cette proportion est assez grande pour faire servir ces eaux aux irrigations, dont on commence à reconnaître l'importance dans quelques pays et surtout dans le Midi.

On n'obtient pas seulement de l'emploi des eaux de féculeries en agriculture une compensation qui résulte des irrigations (1), mais encore un béné-

suc des pommes de terre dissous dans ces eaux, est trop peu perceptible pour qu'on puisse lui attribuer les torrens d'hydrogène sulfuré qui s'en échappent par leur stagnation sur certains terrains.

(1) Les cultures comparées que M. Payen a entreprises dans la vue d'observer les limites de l'influence des irrigations sur la rapidité des développemens végétaux, prouvent que l'eau, ainsi répandue à la même température que l'air, peut parfois doubler la rapidité de la vie des plantes, et, par exemple, faire, en une seule saison, monter à graines venues à maturité les betteraves, tandis que sur le même sol non irrigé, les pieds montés seulement jusqu'à fleurir ne forment que de rares exceptions. (*Annales de la Société centrale d'Agriculture*, 1837.)

Les eaux qui servent au rouissage du chanvre dans les campagnes et les dépôts qui en proviennent sont dans le même cas que les eaux et dépôts des féculeries; on ne les

fice très important que l'on doit à l'engrais qu'elles contiennent.

M. Dailly, dont nous avons déjà parlé, et que son zèle pour les perfectionnemens agricoles nous fera citer plusieurs fois dans cet ouvrage, a obtenu de grands bénéfices dans l'emploi des eaux de sa féculerie aux irrigations de terres qui avoisinent sa fabrique et sa ferme (à Trappes, près Versailles). Les bonnes dispositions qu'il a prises pour régulariser les approvisionnemens de ces eaux et pour les répandre dans les sillons d'irrigation, n'ont pas peu contribué à obtenir ces résultats.

utilise point, et c'est d'autant plus fâcheux, qu'ils nuisent beaucoup à la salubrité rurale. Nous avons vu dans quelques campagnes les femmes occupées à plonger leur filasse dans les mares ou routoirs éprouver, à la fin de la journée, des vertiges, des maux de tête, quelquefois même des saignemens de nez et des tiraillemens d'estomac.

Presque toujours l'opération du rouissage se fait dans des mares, et comme il arrive dans certaines localités que ces mares sont rares, tous les paysans y mettent leur chanvre par masses considérables, et l'eau devient croupie et infecte en peu de temps. Lorsque l'opération du rouissage est terminée, personne ne s'occupe de la mare; elle pourrait cependant fournir une grande quantité d'engrais. En effet, cette eau, qui était trouble et épaisse, s'éclaircit bientôt; il se forme au fond un dépôt considérable, noir, et entièrement formé de matières azotées et de cellulose putréfiée. L'eau qui surnage ce dépôt dégage presque continuellement de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique, du sulfhydrate d'ammoniaque, et contient un peu de sous-carbonate et de malate de la même base. Elle serait excellente à employer dans les irrigations des prairies artificielles. Ce que nous disons de l'emploi des dépôts qui se forment au fond des mares où

Les eaux provenant du râpage et du lavage sont d'abord recueillies dans deux vastes cuviers. Dans l'un, elles ont le temps de se reposer pendant trois heures, tandis que l'autre cuvier se vide dans un bassin glaisé. Pendant le repos, il tombe au fond du cuvier une petite quantité de fécule échappée au tamisage et au lavage, et dont la somme, au bout d'une année, est assez grande pour payer une partie des frais de ces dispositions. Le bassin glaisé communique dans les sillons d'irrigation, et lorsqu'il est temps de le vider, on ouvre des vannes et les eaux s'échappent dans les terres en laissant au fond du bassin un dépôt assez considérable, qu'on recueille pour le soumettre à la dessiccation et l'employer ensuite comme engrais.

Dans une seule année, M. Dailly a pu obtenir 1602 francs de bénéfices. Les frais de direction des eaux, de dessiccation des dépôts, de main-d'œuvre, etc., lui avaient coûté 440 francs.

l'on fait rouir le chanvre, s'applique aussi au *curage* des petits ruisseaux qui passent au travers de certaines fabriques, des blanchisseries, tanneries, etc., entraînant toujours une masse considérable de matières azotées qui se déposent lentement. On ne comprend pas comment les riverains négligent presque toujours une si excellente occasion d'avoir un engrais riche et de désinfecter leurs propriétés. Si tous les propriétaires qui possèdent un petit bout de la *Bièvre* suivaient ce procédé, cette rivière n'exhalerait pas une quantité énorme de miasmes qui se répandent sur une partie de Paris. C'est une remarque générale, que les matières que nous laissons perdre sont toujours celles qui nous nuisent le plus sous le rapport de la salubrité, et celles dont l'emploi est le plus général.

Les avantages (1) que présente la culture des pommes de terre sont tellement incontestables aujourd'hui, que nos lecteurs ne trouveront pas déplacé ici, qu'afin de leur en donner une idée exacte, nous leur fassions connaître le rapport des produits alimentaires qu'elle procure, avec ceux de plusieurs autres plantes économiques.

Nous tirons de l'ouvrage de Cordier, *Agriculture de la Flandre,* le tableau suivant, qui présente ces résultats.

GENRE DE CULTURE.	PRODUIT NET.	PRIX MOYEN.				VALEUR TOTALE.	
		fr.	c.	fr.	c.	fr.	c.
Blé d'hiver.............	Graine 19,28 à	21	10	406	80	548	44
	Paille 33,41	4	»	133	64		
Blé barbu d'hiver.......	Graine 19,86	20	95	416	06	558	58
	Paille 35,63	4	»	142	52		
Blé de mars, avril, mai.	Graine 15,64	18	92	295	90	409	50
	Paille 28,40	4	»	113	60		
Seigle d'hiver..........	Graine 16,72	11	66	194	95	279	76
	Paille 28,27	3	»	84	81		
Orge de mars,..........	Graine 36,27	12	88	465	15	526	21
	Paille 29,53	2	»	59	06		
Sucrion (orge d'hiver)...	Graine 41,23	14	64	603	60	672	14
	Paille 34,27	2	»	68	54		
Avoine de mars.........	Graine 47,42	7	17	340	»	394	84
	Paille 27,42	2	»	54	84		
Pommes de terre.......	275	3	15	»	»	866	25

Ce tableau présente le produit des récoltes, déduction faite des semences. En le continuant pour

(1) Ces détails sont en partie puisés dans le *Dictionnaire des Arts et Métiers,* d'un article de M. Payen ; ils nous ont paru nécessaires pour compléter la question d'*économie rurale* relative aux pommes de terre.

208128

les fèves de mars, colza, cameline, œillette, lin (de gros et de fin), navets, betteraves, trèfle sec, hivernage, tabacs, choux, collets, nous aurions vu, qu'à l'exception du lin et du tabac, toutes ces cultures sont bien moins productives que les pommes de terre, et à peu près dans le même rapport que les céréales. Or, d'après le rapport ci-dessus, on voit que le produit brut moyen d'un hectare de terre, cultivé en céréales, est de. . . 550 francs.

Les frais de culture sont de 400

Le produit net en argent est de . . 150

Les pommes de terre donnent un bénéfice bien plus considérable. En effet, le tableau indique un produit brut de 886 fr. 25 c. Déduisant les frais de culture, 500 fr., il reste un bénéfice net de 366 fr. 25 c., auquel il conviendrait d'ajouter quelque chose pour la valeur des fanes, réduites en fumier ou en cendres, et pour le bon état dans lequel le terrain est laissé après la récolte. (Voyez plus haut.)

Cette différence dans les produits en argent se retrouve dans la plupart des localités; mais la valeur vénale pourrait n'être pas l'expression de la valeur réelle, que l'on doit avec raison attribuer à la quantité de substance alimentaire. Nous allons voir que sous ce rapport les pommes de terre ont encore une supériorité plus marquée.

Tableau des produits comparés entre plusieurs cultures, dans le même terrain.

TERRAIN CULTIVÉ. (Un hectare.)	PRODUIT TOTAL.	SUBSTANCE NUTRITIVE SÈCHE.
Pommes de terre............	kilogr. 21000	kilogr. 5119
Topinambours................	19000	3839
Betteraves jaunes............	28000	3200
Id. blanches de Silésie..	25000	3022
Id. rouges............	28000	3080
Navets......................	18000	1115
Blé..........................	hect. 20	hect. 1200

Les pommes de terre ont donné, en matière nutritive sèche, pour la même surface de terrain, plus de quatre fois autant que le blé. Sa supériorité, relativement à la nourriture de l'homme, est donc incontestable. Relativement à celle des animaux, si l'on fait la somme des produits réels des autres tubercules et racines présentés ci-dessus, on aura 14,256. Prenant le cinquième pour obtenir la moyenne, on trouvera 2,851 : ce n'est guère plus que la moitié des produits des pommes de terre. On obtiendrait un résultat bien inférieur encore, si l'on prenait l'ensemble de toutes les cultures.

La culture de la pomme de terre est donc une de celles qui présentent le plus de bénéfices, et la plus productive de toutes relativement à la substance nutritive qu'elle fournit.

On a proposé différens moyens économiques,

plus ou moins différens de ceux indiqués ci-dessus, pour planter les pommes de terre. On a conseillé, par exemple, de couper les tubercules en petits morceaux, ou de planter seulement les pelures des germes, etc. Des essais comparatifs et plusieurs fois réitérés, nous ont convaincu que l'économie apparente de matière que l'on obtient ainsi réalise plus tard une véritable perte, par la diminution considérable qui en résulte dans les produits (1).

(1) On commence à cultiver aux environs de Paris les tubercules d'une variété d'oxalis (*oxalis crenata*), qui donne une assez grande proportion de fécule et dont les tiges tendres peuvent être mangées comme l'oseille. Ces tubercules rendent aujourd'hui, par l'effet de la culture, 10 1/2 pour 100 de fécule. On cultive également deux variétés de batates (*convolvulus batatas*), la *blanche* et la *rouge*. Voici la composition de ces tubercules :

	Batate blanche.		Batate rouge.	
Eau....	76,50	= 92,40	71,25	= 91,45
Fécule..	13,30		17	
Sucre..	2,60		3,20	
Tissu, albumine, matière azotée, graisse, aromatique, acide; oxides et sels, etc......		7,60		8,55
		100,00		100,00

SEPTIÈME LEÇON.

EXTRACTION DES MATIÈRES AMILACÉES.

FÉCULE DE POMME DE TERRE. (SUITE.)

Solubilité de la fécule. — Coloration par l'iode. — *Essai des vinaigres*. — Emmagasinement (caves, celliers, silos, silos couverts en chaume). — Destruction des germes. — Trempe. — Lavage. — Râpage. — Tamisage mécanique, coutume (tamis cylindrique, tamis Saint-Etienne, Burette). — Description de l'extraction en grand. — Lavage de la fécule. — *Fécule verte*. — Dessiccation.

Insoluble à froid dans l'eau, la fécule ne s'y dissout à chaud que par suite du gonflement qu'éprouve chacun des grains dont elle est formée. Les grains de fécule ainsi gonflés et distendus se confondent entre eux, et deviennent alors solubles à froid. Lorsque la proportion d'eau employée pour obtenir ce gonflement est de 15 fois environ celui de la fécule, la matière se prend en une gelée opaque, qui constitue l'*empois*. La solution de fécule obtenue à chaud ne précipite point par le refroidissement. Bien que la solution de fécule filtre claire et saturée de fécule, la fécule n'en est

pas moins à l'état très divisé en suspension dans l'eau, ce qu'il est facile de démontrer par des expériences aussi simples que concluantes. Si l'on soumet à la congélation une solution de fécule et qu'on l'expose ensuite à une température au-dessus de zéro, il reste une substance membraneuse occupant le volume de la liqueur. On peut encore démontrer la suspension de la fécule dans l'eau de la manière suivante :

La fécule se colore en bleu plus ou moins violacé ou noir lorsqu'on la met en contact avec l'eau et l'iode, ou une dissolution alcoolique de ce corps. Il se forme une sorte de combinaison du principe immédiat avec le métalloïde ; une dissolution de fécule bleuie par l'iode filtre colorée. Il n'en est pas de même lorsqu'on y ajoute une petite quantité d'un sel neutre, comme le chlorure de sodium ou le chlorure de calcium : par l'addition de ce sel, le réseau membraniforme de fécule colorée se sépare de l'eau, et la liqueur filtre alors claire.

Cette propriété de la fécule de se colorer en bleu par le contact de l'iode et de l'eau offre un caractère très important pour en reconnaître la présence.

L'acide sulfurique étendu d'eau transforme, à l'aide de la chaleur, la fécule en *dextrine*, d'abord, et, si la température est prolongée, en *glucose* ou sucre de raisin. Elle perd alors la propriété d'être colorée en bleu par l'iode. Dans le

premier cas, ce réactif la colore en violet vineux, et dans le second, il n'y a plus du tout de coloration. L'altération que fait subir à la fécule l'acide sulfurique est regardée comme une désagrégation; selon que cette désagrégation est plus ou moins avancée (1), la coloration par l'iode change de teinte, et lorsqu'il n'y en a plus du tout, c'est que la désagrégation est totale.

On a fait servir avec avantage, dans ces derniers temps, ces propriétés de la fécule pour reconnaître la présence de l'acide sulfurique dans les vinaigres; la falsification du vinaigre par l'acide sulfurique étant assez commune.

Afin de se rendre compte de la précision de cet essai, on prend deux échantillons de vinaigre, l'un pur, et l'autre contenant une très faible quantité d'acide sulfurique (n'en contiendrait-il qu'un millième, on le reconnaîtrait encore aisément); on prend environ un demi-gramme de fécule pour 100 centimètres cubes de vinaigre, et l'on fait chauffer le mélange dans une fiole. Au bout de dix minutes environ, on peut déjà s'apercevoir de l'addition de l'acide sulfurique. En essayant les deux liqueurs

(1) Il faut surtout prendre en considération la part que l'eau prend à ces transformations; l'acide, en désagrégeant la fécule, facilite l'hydratation de ce principe. Il est facile de prouver que l'acide n'entre pour rien dans la combinaison; car, en le saturant dès que la fécule a perdu la propriété de bleuir au contact de l'iode, elle ne reprend point ses propriétés et ses caractères primitifs, et le sel obtenu par la saturation donne exactement la quantité d'acide employé.

séparément par de la teinture d'iode ; dans le vinaigre pur, la coloration est bleue comme à l'ordinaire, et dans l'autre, elle offre une teinte violacée qui se rapproche du rouge vineux. Si l'on prolonge l'ébullition des vinaigres et si l'on répète l'essai sur une petite quantité, on voit la coloration devenir de plus en plus vineuse, tandis que celle du vinaigre pur reste toujours la même. Enfin, au bout de vingt à trente minutes d'ébullition, le vinaigre falsifié n'est plus du tout coloré par l'iode. Si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut de l'action de l'acide sulfurique sur la fécule, on voit de suite que la petite portion que contenait l'échantillon précité a suffi pour obtenir la désagrégation totale de la fécule, tandis que le vinaigre pur n'a aucune action sur elle.

Avant de procéder à l'extraction en grand de la fécule, il s'agit de mettre la récolte de pommes de terre à l'abri de tous les agens qui peuvent nuire à leur conservation, soit en déterminant la pourriture des tubercules, soit en hâtant la germination.

On s'est pendant long-temps servi de celliers ou de caves pour conserver les pommes de terre après la récolte; mais ce moyen ne réussit que lorsque les tubercules ne sont pas réunis en trop grande masse. Dans ce cas, il arrive souvent que les meurtrissures dont plusieurs sont atteints développent une petite fermentation, et la chaleur humide se conservant au milieu du tas, y cause

une altération plus ou moins grande. Il faut rechercher, pour l'emmagasinement des pommes de terre, un endroit où la température est constante. On a pu conserver pendant une année des pommes de terre dans une glacière à la température de zéro, sans que l'on ait remarqué une perte sensible dans le rendement en fécule.

Le plus ordinairement aujourd'hui, on conserve les pommes de terre dans des *silos* : ce sont de grands fossés que l'on creuse de préférence dans les terrains sableux, et le plus près possible de la féculerie. Ils sont construits de manière à ce que les eaux pluviales ne peuvent jamais atteindre les tubercules qu'on y amoncelle. Ces silos ne doivent pas être trop profonds : pour éviter que la fermentation dont nous avons parlé pour les caves ne se manifeste dans les silos, on plante dans la masse, de 4 mètres en 4 mètres de distance les unes des autres, ou plus, si le silo est très grand, des bourrées de branchages secs, qui, formant des sortes de cheminées, permettent l'issue des gaz et de l'air échauffé. Afin que l'air échauffé contenu dans le silo puisse constamment s'échapper, on creuse dans l'intérieur une rigole, qu'on laisse vide, et qui communique d'une cheminée à l'autre. De cette manière, l'air échauffé du silo cède à la pression qu'exerce l'air atmosphérique sur l'une des deux cheminées (selon la direction du vent), et s'échappe au dehors. Lorsque le temps est à la gelée, on enlève les bourrées et on bouche les

trous avec des plaques de gazon, jusqu'à ce que la température permette de rétablir le courant d'air dans le silo.

M. Dailly a trouvé économique de construire sur des silos, ou fossés creusés dans des terrains solides, des couvertures en paille, comme celles des chaumières, et d'y amasser les pommes de terre (1).

Quoi qu'il en soit, le féculier doit se hâter de traiter ses pommes de terre; car plus tôt il aura fini, et plus il aura obtenu de produit, la saison, avons-nous déjà dit, influant assez sur le rendement pour que ce soit une perte assez considérable lorsqu'il s'agit d'une grande quantité de tubercules.

Ainsi 100 kilogr. de tubercules ont donné en octobre 17k.,2 de fécule, en novembre 16,8, décembre 15,16, janvier 15,4, février 15,2, mars 15, avril 14,5. On peut arrêter les progrès de la germination des pommes de terre en faisant casser les germes à la main. Cette main-d'œuvre est rendue moins dispendieuse en faisant jeter à la pelle les tubercules germés sur une claie inclinée : les pousses, qui sont très tendres, ne résistent pas à ce choc, et passent à travers la claie.

La *trempe* est un des préliminaires reconnus

(1) On a proposé dans quelques localités de se servir des carrières pour l'emmagasinement des pommes de terre. Des essais qui ont été faits dans les carrières de Passy y ont fait renoncer.

aujourd'hui indispensables pour l'extraction de la fécule. Elle consiste à faire tremper pendant environ six heures les pommes de terre dans un bassin rempli d'eau; elle a pour but d'amollir l'épiderme, de sorte qu'on peut l'enlever facilement. Autrefois on enlevait l'épiderme des pommes de terre en les frottant fortement les unes contre les autres, dans un baquet, avec un balai usé; mais aujourd'hui on les fait passer dans un ou deux cylindres-laveurs, où elles se débarrassent entièrement de la terre dont elles sont imprégnées, et en se frottant les unes contre les autres elles perdent une partie de leur épiderme. Lorsqu'on n'enlève pas le plus possible de cet épiderme, la fécule est moins blanche et se vend moins cher.

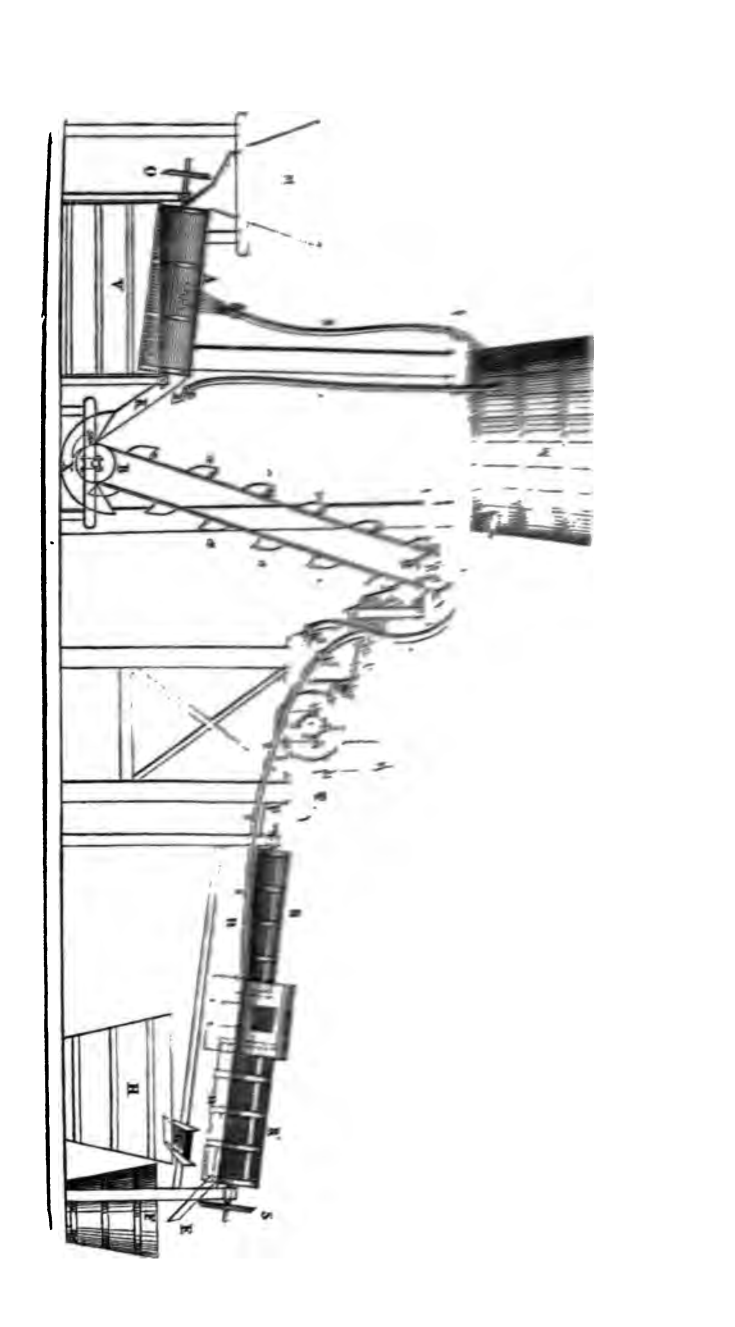
La proportion de fécule que l'on obtient de la pomme de terre dépend de la division à laquelle ce tubercule a été porté; par conséquent le *râpage* est une des parties les plus importantes de l'opération. Il peut s'exécuter avec toute espèce de râpe, pourvu que le travail soit rapide. Les bonnes râpes font de 900 à 1000 tours par minute. Il a été reconnu que plus le cylindre dévorateur de la râpe tourne vite, et moins il dépense de force. Cependant cette rapidité ne peut être portée plus loin que 1000 tours à la minute, sans nuire à la solidité et à la durée de l'appareil.

Le râpage opéré, la pulpe doit être soumise à un lavage aussi complet que possible, afin de sé-

parer les grains de fécule du tissu cellulaire qui les tenait emprisonnés. On se sert pour cela de différens tamis. Les plus employés sont de grands tamis cylindriques dans lesquels la pulpe est promenée et reprise plusieurs fois par l'eau. Les plus anciens tamis sont de MM. Julien et Lefèvre. Celui de Saint-Étienne, perfectionné par le mécanicien Burette, est employé depuis plusieurs années à Paris et dans les environs. Le tamis anciennement en usage avait trois mètres de long; il n'épuisait point la pulpe, parce que celle-ci s'y *feutrait*, c'est-à-dire qu'elle bouchait les mailles du tamis, et formait dans l'intérieur une espèce de *cylindre de pulpe* qui s'opposait à la séparation de la fécule et à l'épuisement de la plus grande partie du parenchyme. MM. Vernier et Burette ont trouvé moyen de s'opposer à ce grave inconvénient en fabriquant un tamis de trois pièces d'inégal diamètre : c'est celui que nous avons représenté dans la planche ci-contre.

L'appareil complet pour l'extraction de la fécule se compose d'un laveur pour les pommes de terre, d'une râpe et du tamis que nous venons de décrire.

Les pommes de terre sont jetées dans la trémie M, d'où elles passent dans le cylindre à claire voie A plongé dans la bâche V. Un engrenage O met ce cylindre en mouvement. L'eau est fournie à la bâche par le réservoir N au moyen du tuyau 8. Les pommes de terre lavées tombent par le moyen



du caisson K dans l'auge X, d'où elles sont conduites, par la chaîne sans fin à godets BB, *aa*, etc., dans le caisson C. Un tuyau 3 permet de les immerger d'eau. Elles tombent du caisson dans la bâche de la râpe *c*, et passant sous la râpe *b*, le caisson P conduit la pulpe dans le tamis-cylindre, où elle doit être lavée. Le tuyau 3 se bifurque en arrivant à la râpe, la partie 3 verse de l'eau dans le caisson pour pousser la pulpe dans le laveur, tandis que le tuyau 6, branché sur le premier, porte l'eau dans le cylindre laveur. Ce cylindre R, en toile métallique, mis en mouvement par l'engrenage S, plonge dans la bâche D. La pulpe, poussée par le courant d'eau, arrive dans la partie R, et ensuite en N, où, agitée sur une plus grande surface, elle achève de se laver. Un caisson E sert à l'écoulement de la pulpe épuisée, qui tombe dans le baquet F, tandis que l'eau chargée de fécule est versée dans la bâche H par le caisson G.

Tels sont les procédés et les appareils le plus généralement employés aujourd'hui pour l'extraction de la fécule. M. Dailly a néanmoins apporté dans sa féculerie de grands perfectionnemens qu'il est bon de signaler. Le *silo-chaumière* dont nous avons parlé se trouve tout près de la féculerie. Au sortir du silo, les pommes de terre sont mises à tremper dans un bassin en maçonnerie, d'où elles sont reprises par une chaîne sans fin à auges, qui

les transporte dans la trémie d'un premier cylindre laveur, de ce cylindre qui est peu incliné, afin que le lavage soit plus long. Les pommes de terre tombent dans un second cylindre, dans lequel elles achèvent d'être dépouillées des matières qui les souillaient et d'une grande partie de leur épiderme. Comme on le voit, M. Dailly a rendu le lavage des tubercules beaucoup plus complet. Nul doute que ces frais ne soient amplement compensés par la pureté du produit. Après les cylindres-laveurs vient la râpe qui réduit les tubercules en une pulpe très fine. Celle-ci est ensuite soumise à l'action d'un tamis perfectionné, tout différent du cylindre-tamis que l'on voit figurer ici : il a 14 mètres de longueur; il est extrêmement compliqué. Une chaîne sans fin, tournant sur trois poulies, remonte la pulpe sur la toile métallique qui compose ce tamis. La vitesse de cette chaîne sans fin est de 1 mètre par seconde. Tandis que la pulpe reçoit une pluie d'eau continue, celle-ci entraîne la fécule dans la partie inférieure du tamis, qui est divisé par des petits diaphragmes verticaux en plusieurs cases ou bâches. Afin d'employer le moins d'eau possible, celle qui sert à épuiser la pulpe arrivée à l'extrémité du tamis, et qui est alors le moins chargée de fécule, est reprise par un tuyau qui la verse sur de la pulpe moins épuisée, et tombe dans la bâche suivante, d'où elle est encore reprise, et ainsi de suite. Rien, du reste, n'est

plus ingénieux et plus rationnel que le mécanisme de ce tamis. Il s'agissait de résoudre un problème important, celui d'épuiser le plus complètement possible, avec économie et en peu de temps, la pulpe de pommes de terre : M. Dailly l'a résolu de la manière la plus heureuse. C'est à MM. Fouchard et Victor Jarin qu'est due l'invention de ce tamis continu (1).

La fécule entraînée par l'eau pendant le tamisage tombe dans des bacs qui se trouvent disposés sous le tamis pour la recevoir. Elle forme bientôt au fond de ces récipiens une couche assez adhérente pour qu'on puisse les renverser et décanter l'eau qui la surnage, sans tomber. Comme elle entraîne avec elle une quantité de sable encore assez notable, malgré tous les lavages qu'on a fait subir aux tubercules, il est important de l'en débarrasser, et l'on y arrive assez bien en remuant constamment le mélange d'eau et de fécule des premiers récipiens.

Comme cette opération serait assez longue et même dispendieuse si elle s'exécutait à la main,

(1) Lorsqu'il s'agit de remplacer par des machines la main des hommes, il ne faut pas seulement viser à rendre l'opération moins longue, il faut qu'elle se fasse aussi complètement, pour ne pas dire plus. Ainsi, dans le tamisage à la main, on étend la pulpe sur le tamis en tous sens, et on lui fait changer souvent de surface, en la soumettant à une irrigation constante; on ne cesse que lorsque l'eau passe claire à travers les mailles de la toile métallique. Il faut donc remplacer tout cela dans le tamis mécanique.

on se sert dans quelques féculeries d'un agitateur mécanique; qui est mis en mouvement par le même moteur qui fait marcher les cylindres, la râpe et le tamis.

En agitant ainsi le mélange de fécule et d'eau des bacs, on permet au sable, qui est plus lourd que la fécule, de tomber au fond le premier; de sorte que par la décantation on s'en débarrasse presque complètement. On laisse alors reposer la fécule dans un autre bac, on la soumet à plusieurs lavages qui ont pour but de la séparer du *petit son* et des matières étrangères qui surnagent; ensuite on la fait égoutter en partie sur des toiles qui occupent le fond d'un petit baquet percé de trous, puis on la débarrasse de la plus grande quantité d'eau en vidant ces petits baquets sur une aire en plâtre sec battu. Comme le plâtre a pour l'eau une avidité très grande, en un clin d'œil la fécule qu'on y dépose en bouillie se trouve presque solidifiée, et devient friable et très peu mouillée. C'est que la rapidité avec laquelle cette sorte de succion a lieu fait remplacer l'eau que contenait la bouillie de fécule par de l'air.

On livre au commerce une assez grande quantité de fécule ainsi ressuyée; elle porte le nom de *fécule verte,* et son prix est basé sur la quantité de fécule sèche qu'elle contient. Toutefois, elle revient à un peu meilleur marché que la sèche, parce qu'elle n'exige pas les frais de dessiccation de celle-ci.

La fécule verte est formée, sur 100 parties, de 38 et demie d'eau et de 61 et demie de fécule sèche.

La *fécule sèche* du commerce, et très pulvérulente, retient encore une grande proportion d'eau. En effet, elle retient, à la température moyenne (14° + th. cent.) et à 60° cent. hygromètre, 4 équivalens d'eau. Elle contient, sur 100 parties, 19 parties d'eau et 81 de matière sèche. La fécule exposée à l'air saturé d'eau absorbe de ce liquide, et peut offrir un produit renfermant jusqu'à 23 pour 100 d'eau. Différence, 4 (1).

(1) La fécule de pommes de terre plongée dans l'eau pendant 72 heures, puis égouttée fortement, retient beaucoup d'eau. En effet, 100 parties de cette fécule sont formées de 48 1/2 d'eau et de 51 1/2 de fécule sèche.

La fécule immergée dans l'eau, puis égouttée aussitôt, retient, sur 100 parties, 46 parties d'eau.

D'après ces données, on voit qu'il est fort important pour l'acquéreur d'examiner l'état de sécheresse ou d'humidité des fécules qu'il achète, puisque s'il faisait l'acquisition d'une fécule très humide, il achèterait une certaine quantité d'eau ; ce qui lui causerait une double perte, puisqu'il paierait l'eau remplaçant la fécule, et qu'il n'obtiendrait pas la quantité des produits qu'il doit retirer du traitement de la fécule sèche qu'il est censé acheter.

Il en est de même pour les farines. La farine de gruau, belle qualité, telle qu'elle est vendue dans le commerce, contient, sur 100, 16 parties d'eau et 84 parties de matière sèche.

Cette farine, exposée à l'air saturé d'humidité, à la température de 10 degrés, renferme jusqu'à 20 parties d'eau. Différence, 4.

Il est à remarquer que, dans les différentes époques de

Pour obtenir la *fécule sèche*, on la laisse se ressuyer pendant vingt-quatre heures sur l'aire en plâtre (cette aire est formée d'une couche de plâtre gâchée lâche, de 5 à 6 centimètres d'épaisseur); on transporte ensuite les blocs de fécule dans un séchoir bien ventilé. Ce séchoir est garni intérieurement d'*étagères* ou planches superposées horizontalement les unes aux autres, à 40 centimètres de distance environ. On divise chaque bloc en plusieurs morceaux, afin de présenter plus de surface à l'action desséchante de l'air; on les retourne plusieurs fois pour accélérer la dessiccation et afin d'éviter une légère altération et la poussière, etc., qui peuvent salir la fécule et dont on peut moins la garantir par un long séjour. Quand ces morceaux commencent à se fendiller, on les porte dans une étuve pour achever leur dessiccation. La fécule doit y acquérir une température assez élevée pour qu'on ne puisse y tenir la main. Le courant d'air chaud doit être dirigé dans l'étuve de haut en bas. Il faut aussi avoir soin de remuer de temps en temps la fécule au moyen d'une spatule en bois, afin de renouveler les surfaces et pour éviter qu'il ne se forme des gra-

l'année, selon que l'air est plus ou moins sec, plus ou moins humide, ces proportions d'eau doivent un peu varier; quelquefois même ces produits sont plus secs, puisqu'il y a intérêt à les dessécher pour les conserver, en les soustrayant à l'action de l'humidité, qui donnerait lieu à leur détérioration.

beaux. Lorsqu'elle est suffisamment sèche, on la passe au *blutoir* et au tamis de soie, afin de séparer le sable, les grumeaux, etc., qui peuvent encore s'y trouver. On passe ensuite ces déchets sous le rouleau et on les tamise de nouveau, afin de perdre le moins possible de fécule (1).

(1) Les plus gros grains de fécule présentent une grosseur de 180 millièmes de millimètre. Il n'est pas un de ces grains qui ne passe à travers le tissu du tamis.

HUITIÈME LEÇON.

EXTRACTION DES MATIÈRES AMILACÉES.

FÉCULE DE POMME DE TERRE (SUITE).

Dessiccation à l'étuve. — Blutage. — Division des grabeaux. — *Blutoir à brosses*. — Emmagasinement. — Falsifications. — Compte de fabrication. — Application des résidus (marc de pulpe, petit son.) — Applications de la fécule. — Panification. — Mélange avec farines. — Potages légers. — Papiers (colle à la cuve). — Gruau, tapioka, vermicelle, semoule, etc.

Dans la dernière leçon nous avons indiqué légèrement les précautions les plus essentielles à prendre pour la dessiccation de la fécule dans les étuves. Nous entrerons dans quelques détails à ce sujet, à propos du mode de dessiccation employé par M. Dailly. Une des conditions premières d'une bonne dessiccation est de ne pas saisir, comme on dit, la fécule lorsqu'elle est humide, sans cela elle se prendrait infailliblement en grabeaux qu'on aurait la plus grande peine à diviser. Il se formerait, en un mot, dans l'étuve, du tapioka (1), et la

(1) Le tapioka s'obtient en faisant chauffer sur des plaques de cuivre ou de fer-blanc, à la température de 100°

consommation de ce produit n'est pas assez grande pour espérer de vendre comme tel les grabeaux qui résistent au blutage. La température de l'étuve ne doit donc d'abord être portée à $+55^{\circ}$ th. c., et ne doit pas dépasser 58. Pour que la dessiccation soit rapide et économique, il faut faire présenter à la fécule le plus de surface à l'action de l'air chaud, et l'air de l'étuve doit être chassé par celui-ci chargé de vapeurs d'eau nuageuse, c'est-à-dire que non seulement l'air doit s'échapper saturé d'humidité, mais encore entraînant avec lui une grande quantité d'eau vaporisée. On arrive à ce résultat en prenant les dispositions que l'on trouve dans l'étuve de M. Dailly. Un tuyau en fonte, percé de trous, venant d'un calorifère, distribue de l'air chaud dans l'étuve; cet air, en raison de sa chaleur, tend à s'élever et traverse de grands châssis en toile superposés les uns aux autres, sur lesquels on a distribué des blocs de fécule. Dans sa force ascensionnelle, l'air échauffé chasse devant lui l'air plus froid et chargé de vapeurs; celui-ci est appelé par un second tuyau en fonte séparé du premier par un mur, et qui le conduit au dehors de l'étuve. Chaque châssis entre dans l'étuve comme un tiroir, de sorte qu'à mesure que la fé-

environ, la fécule humectée. Les grains de celle-ci s'agglomèrent et forment des petits grains irréguliers, assez durs pour être difficilement pulvérisés (au-delà de 100°, on risquerait de torréfier la fécule). On se sert du tapioka pour préparer quelques potages légers.

cule qu'il contient est assez sèche, il suffit de le tirer au dehors pour le vider, et le recharger de fécule humide. Ces châssis sont en tissu assez lâche, afin d'être perméables à l'air chaud.

Celui qui se trouve sous tous les autres doit être d'un tissu plus serré, pour que la fécule ne tombe pas sur le tuyau à air chaud et sur le carrelage de l'étuve. Malgré toutes ces précautions, il se forme toujours des grabeaux. Ceux-ci sont plus ou moins faciles à pulvériser. Quand ils offrent peu de résistance, on les écrase au rouleau, comme nous l'avons déjà dit; dans le cas contraire, on les soumet à l'action d'un blutoir à brosses (1). Ce blutoir est un cylindre au milieu duquel tourne un axe en fer armé de brosses rudes. A la partie supérieure se trouve une trémie formée d'un clayonnage en fer très lâche, par lequel on verse les grabeaux; ceux-ci tombent sur un diaphragme horizontal qui coupe le cylindre perpendiculairement à son axe; il est formé d'une plaque métallique percée de trous et formant passoire. Les grabeaux de fécule sont frottés avec force contre ce tissu par une brosse rude emmanchée à l'axe du blutoir, et qui ne fait pas moins de 200 tours par minute. De cette première passoire, les grabeaux divisés tombent sur une seconde où ils achèvent d'être complètement pul-

(1) Ce blutoir est mis en mouvement par un engrenage du manége ou de la machine à vapeur.

vérisés par une seconde brosse ; la poudre qui en provient, et qui a le même grain que la fécule, tombe au fond du blutoir et est prise par une raclette qui la chasse avec rapidité (la force centrifuge aidant) dans le magasin par un boyau en toile qui prend naissance à une ouverture placée au bas du blutoir.

Bien que la fécule soit aussi peu altérable à l'air sec qu'à l'humidité, il n'est pas indifférent de l'emmagasiner dans toute espèce de lieu. Pour qu'elle ne soit pas salie par les corps étrangers, et surtout pour qu'il ne s'y mêle pas le moindre morceau de plâtre ou de terre, on devra la serrer au rez-de-chaussée, dans un magasin garni de planches. Il est de la plus grande importance, pour la vente de ce produit, qu'il soit dans un état de propreté parfaite, surtout lorsqu'il est destiné à des préparations alimentaires, ou à être converti en dextrine, en sucre, etc. La fécule de pommes de terre est souvent falsifiée avec de la craie, de l'albâtre, des déchets de blanc d'Espagne, blanc de Meudon, de Bougival, etc., réduits en poudre. La présence de la craie (carbonate de chaux) dans une fécule, quand elle n'y serait que dans une proportion très faible, 2 ou 3 pour 100, la rend complètement impropre à être convertie en *glucose* (sucre de fécule) par l'acide sulfurique étendu d'eau. En effet, le carbonate calcaire détruit totalement l'effet de ce dernier agent, en le saturant et passant à l'état de sulfate de chaux. Il est aisé de reconnaître

ces falsifications à l'aide de l'incinération. La fécule pure ne laisse après l'incinération complète qu'une fraction de centième de résidu ; lorsque celui-ci est de 2, 3, 4 et plus d'un centième de la fécule employée, on en peut conclure, sauf à recourir à d'autres essais, que cette substance était mélangée avec quelque corps calcaire ou argileux. On a quelquefois mêlé à la fécule de la sciure de bois; mais cette fraude était facile à reconnaître à l'œil nu. Dans tous les cas, elle pouvait être décelée facilement, en convertissant la fécule suspecte en sucre, par l'eau aiguisée d'acide sulfurique ou par la *diastase*.

Afin de donner une idée exacte de l'état actuel des féculeries, nous avons exposé le compte de fabrication dans une ferme et dans un grand établissement spécial.

COMPTE DE FABRICATION DE LA FÉCULE.

Fabrique dans une ferme.

100 doubles hectolitres = 13500 kilogr. à 3 fr.	=	300 fr.
Claie, mesurage et transport du silos..........	=	15
Main-d'œuvre... { décantation... 40, séchoir....... 10, blutage....... 5, pressurage.... 5 }	=	60
Contre-maître et frais de bureau.............		40
Combustible..............................		20
9 Chevaux (nourriture)......................		27
Loyer et entretien des ustensiles.............		25
Transport de la fécule aux lieux de consommat.		10
Frais imprévus, sacs..........................		12
Dépense totale.....		479

	Dépense ci-contre...	479 fr.
Produit...	fécule 2495 kil. à 21 fr. = 508 / pulpe 4300 » à 0,75 = 32 ..	= 535
	Bénéfice.....	56 fr.

Lorsque l'extraction de la fécule se fait dans une ferme, on se sert ordinairement d'un manége à trois chevaux pour mettre en mouvement les cylindres-laveurs, la râpe, le tamis et les blutoirs. Pour avoir trois chevaux au manége, il faut en avoir six qui se reposent à l'écurie. L'expérience a prouvé que lorsqu'on emploie plus de trois chevaux pour faire marcher un manége, une grande partie de la force diminue, et dès lors il y a perte. Dans le tableau précédent, nous avons exposé les frais et les bénéfices pour une journée seulement. Nous avons pris la moyenne des calculs puisés dans divers établissemens autour de Paris. Le prix des tubercules étant susceptible de variations selon les localités, le compte de fabrication doit nécessairement varier. On a supposé que le double hectolitre (setier) de pommes de terre pesait 135 kilogrammes, ce qui a donné pour 100 doubles hectolitres 13,500. Le prix moyen du double hectolitre est de 3 fr. (Il y a des années, aux environs de Paris, où il est plus ou moins cher; cette année il coûtait 2 fr. 50 c.)

Ce mot *claie* sur le tableau indique l'extraction des germes dont nous avons parlé dans la leçon précédente. Ces frais d'extraction, de mesurage et de transport des tubercules des silos à la fabrique

coûtent 15 fr. par jour. Les frais de main-d'œuvre sont un peu moindres dans une ferme que dans une fabrique; c'est ce que l'on voit en comparant les deux tableaux. La quantité de fécule extraite est dans la proportion ordinaire de 17 pour 100 des pommes de terre employées. Ainsi, 13,500 kil. de tubercules ont donné 2,495 kil. de fécule marchande, contenant de 18 et demi à 19 pour 100 d'eau, et au prix moyen de 21 fr. les 100 kil.

Compte de fabrication de la fécule dans une grande fabrique.

Râpe..........	6	force de 10 chevaux de vapeur.
Tamis..........	2	
Eau + blutoir...	2	

260 doubl. hect. × 135 k. = 3500 k. à 3 fr. ..	= 780
Main-d'œuvre, entretien, alimentation des machines. { silos, laveurs, râpe, tamis, blutoirs } = 3,50 pour 100 k. de fécule sèche	= 205
Combustible étuve, 7 hect. par jour, à 3,50....	= 24,50
Intérêt e loyer...........................	25
Eclairage, suifs, sacs.....................	15
Transports	24,50
Direction et frais de bureau................	25
Escompte et frais imprévus.................	36
Dépense totale....	1135
Produits... { fécule 5867 à 21 fr. = 1232; pulpe 10200 à 0,75 = 76 }	= 1308
Bénéfice.....	175 fr.

Jusqu'à présent, l'extraction de la fécule est une

industrie prospère; elle offrira des bénéfices encore plus grands à mesure que l'on parviendra à utiliser avec plus d'avantage encore les résidus, et que la consommation de la fécule et de ses divers produits prendra de l'extension.

Le *marc* de pulpe est employé autour des féculeries sous divers états, pour la nourriture des vaches et des moutons. Avant de leur donner, on la soumet à la presse, pour lui faire perdre environ 50 pour 100 d'eau. Simplement égoutté, le marc de pulpe ne saurait être donné en grande quantité aux bestiaux; les désordres que son usage peut apporter dans l'économie animale sont d'ailleurs inhérens à tous les alimens trop aqueux, et dans tous les cas le marc de pulpe ne peut être la base de la nourriture de l'animal. Il a été reconnu que, donnée seule, la meilleure matière alimentaire ne vaut jamais un mélange de plusieurs, même très médiocres. Si l'emploi de la pulpe pour l'alimentation des bestiaux a été long-temps en défaveur auprès des nourrisseurs, c'est parce qu'ils en avaient usé immodérément. Comme dans les grandes féculeries on obtient des masses considérables de pulpe qui ne peuvent être de suite employées, on a cherché les moyens de la conserver. Quelques cultivateurs ajoutent quelques millièmes de sel marin à la pulpe pressée, et ils l'entassent dans des silos creusés assez profondément et garnis de paille. Si l'on n'avait pas le soin d'entasser fortement cette pulpe dans les silos,

l'air qui se trouve interposé dans les couches de matière exciterait une fermentation qui ne tarderait pas à corrompre toute la masse, et au bout de quelque temps, au lieu de retirer du silo une matière alimentaire, on ne retirerait que du fumier. Soumise à la dessiccation, la pulpe a l'avantage de pouvoir se conserver d'une année sur l'autre et de tenir peu de place dans les greniers; lorsqu'on la donne aux bestiaux, il suffit de l'humecter un peu pour qu'ils la consomment avec avidité. Dans cet état, on peut la faire cuire à la vapeur; elle n'en est que plus assimilable, parce que la chaleur divise des parties qui ne l'auraient pas été complètement par l'acte de la digestion. En Amérique, on a reconnu qu'il y a un grand avantage à donner des alimens cuits aux bestiaux, et qu'ils contiennent un équivalent de principe nutritif de plus que les mêmes alimens crus.

Enfin on a imaginé de panifier la pulpe de pommes de terre. Sous cet état, elle constitue un aliment sec assez agréable, et que l'on peut donner moulu aux chevaux. L'application de la pulpe comme engrais n'est favorable qu'à l'époque où les alimens verts devenant communs dans les fermes, son emploi n'est plus utile comme substance alimentaire. A cette époque aussi les pommes de terre sont en partie germées et la pulpe contient une petite portion de solanine. Sauf ces circonstances, la pulpe ne peut être employée avec avantage comme engrais.

On appelle *petit son* la couche d'albumine végétale verdâtre qui recouvre la fécule dans les bacs, et qu'on enlève à la pelle pour la nettoyer. Cette matière est assez riche en azote; aussi est-elle facilement décomposable et ne peut-on la faire servir à la nourriture des bestiaux que lorsqu'elle est sèche.

La fécule de pommes de terre sert à une foule d'usages.

On a long-temps cherché à en faire du *pain*, et jusqu'ici on a rencontré des obstacles dont il est facile d'expliquer la cause.

La farine ordinaire renferme 15 pour 100 d'eau et 12 pour 100 de gluten (matière qui se boursouffle beaucoup par la chaleur, et donne à la pâte la faculté de gonfler et de faire *mie*); elle donne 130 pour 100 de son poids de pain, et quelquefois jusqu'à 150. La fécule ne renferme point de gluten; elle contient 19 pour 100 d'eau et fournit de 105 à 110 au plus de son poids de pain. L'introduction de la fécule dans le pain, non déclarée à l'acheteur, est une fraude. Desséchée à 100°, la fécule peut fournir presque autant de pain que la fari nedes céréales.

Les boulangers peuvent en mettre de 15 à 20 pour 100 dans le pain, sans qu'on s'en aperçoive (1); au-delà de cette quantité, la présence

(1) Les farines sont souvent mélangées avec des fécules, et vendues sous cet état aux boulangers. Nous verrons quels moyens on peut employer pour reconnaître cette fraude.

de la fécule se décèle à un goût fade particulier. Ce goût, qui fatigue bientôt les personnes qui veulent faire usage du pain de fécule, est dû à la présence d'un principe essentiel, particulier, contenu dans toutes les espèces de matières amilacées; il est connu sous le nom d'huile de pommes de terre (1). La fécule des batates (*convolvulus batatas*), qu'on commence à cultiver aux environs de Paris, contient aussi une huile particulière, d'une odeur très faible, mais assez agréable.

On emploie aujourd'hui dans les papeteries une grande quantité de fécule pour le collage à la cuve. Il est facile de reconnaître qu'un papier a été ainsi collé en le touchant avec de la teinture d'iode, qui ne tarde pas à y développer une coloration bleue.

On fabrique avec la fécule des *gruaux*, des *tapioka* et de la *semoule*, par le procédé que nous avons décrit succinctement plus haut. Ces substances ne diffèrent entre elles que par la grosseur de leur grain : le gruau est le plus gros, et la semoule est obtenue par le tamisage du tapioka.

(1) *L'huile de pommes de terre* (*hydrate d'oxide d'amyle*, J. Liebig; *fuseloel* des Allemands) a été observée pour la première fois par Schéèle, dans l'eau-de-vie de pommes de terre. MM. Pelletan, Dumas et Cahours l'ont soumis à un examen plus attentif. C'est un liquide très incolore, très fluide, d'un aspect huileux, d'une odeur forte, agréable à la première impression, mais plus tard nauséabonde à un haut degré. Lorsqu'on en respire la vapeur, on éprouve des douleurs asthmatiques qui excitent la toux, et même des vomissemens. Sa saveur est très âcre. Il est très inflammable, et *brûle* avec une flamme blanc bleuâtre.

Toutes ces préparations diffèrent de leurs analogues obtenues de plantes exotiques ou de graines des céréales, surtout par la très minime proportion (moins d'un demi-millième) de cette huile volatile qui communique à la fécule un goût particulier, peu sensible du reste, et que la moindre odeur étrangère peut facilement masquer. Si, après avoir lavé de la fécule avec de l'alcool sans goût, puis avec de l'eau pure, on la fait sécher, elle perd dans cette opération moins d'un demi-millième de son poids, et se débarrasse de cette odeur spéciale.

Pour obtenir le tapioka, on dispose un vase en cuivre très peu profond, recouvert par une plaque de même métal, étamée en dessus, et qui le ferme hermétiquement, soit par une soudure, soit à l'aide d'agrafes. Afin d'éviter la déperdition de la chaleur en dessous, il est enveloppé d'une caisse en bois. Lorsque ce vase est bien clos, on y fait arriver la vapeur libre d'une petite chaudière, et l'on opère de manière que l'air du vase puisse être facilement chassé, et qu'une partie de l'eau condensée soit ramenée dans la chaudière. Un tube à niveau extérieur indique la hauteur de l'eau contenue dans celle-ci, et la plaque étamée étant échauffée par ce moyen jusqu'à près de 100°, on saupoudre dessus, à l'aide d'un tamis en canevas métallique, de la fécule humectée d'eau, au point seulement de tomber en petites pelotes agglomérées, et de faire gonfler et crever ses grains à

l'impression du calorique. Le dernier effet soude entre eux tous les grains de fécule en contact, et bientôt la dessiccation détruit l'adhérence avec la plaque. On enlève alors, à l'aide d'une râcloire, tous les flocons ainsi réunis, et on recommence une deuxième opération semblable, en secouant de nouveau de la fécule humide sur la plaque.

La dessiccation de cette sorte de pâte en grumeaux s'achève en peu de temps sur des tablettes ou des châssis en toile, dans la même pièce, et il suffit de les diviser et de les tamiser sous diverses grosseurs, pour avoir toutes les sortes de *tapioka,* et en dernier lieu les semoules (1).

Les dissolutions de potasse et de soude caustique se combinent à la fécule d'une manière très remarquable, en la convertissant en un empois très visqueux et qui peut avoir quelques applications. Dans cette réaction, les grains de fécule éprouvent un gonflement très considérable. Cette augmentation de volume peut se vérifier de deux manières : en effet, si l'on délaye 10 grammes de fécule dans 500 grammes d'eau alcalisée par une petite quantité de potasse (pour 100 d'eau, 2 de *lessive caustique* ou solution saturée), la fécule gonflée occupera tout le volume du liquide. Si l'on ajoute alors 100 grammes d'eau pure, et que l'on

Les pommes de terre cuites à la vapeur et réduites en pâte fournissent, par la dessiccation de celle-ci, une substance dite *polenta.* Celle-ci est portée au moulin ; suivant qu'on la moud plus ou moins fin et qu'on passe le produit dans des

agite, la fécule gonflée se déposera librement, et au bout de 12 heures elle occupera environ 75 fois son premier volume, qui était de 15 centimètres cubes pour les 10 grammes, compris l'eau inter-

blutoirs dont la toile est plus ou moins serrée, on obtient de la farine, de la semoule ou du *gruau*.

Prix coûtant de la polenta, convertie en gruau ou farine de pommes de terre, pour une journée de travail dans une fabrication moyenne.

5 Setiers de pommes de terre, de 160 à 165 k. chaque, à 3 fr.	15 fr.	» c.
120 Kilog. de houille, dont 40 pour la cuisson et 80 pour la dessiccation	5	»
10 Ouvriers pour l'épluchage des pommes de terre cuites	10	»
2 Ouvriers	4	50
Mouture	1	50
Intérêt du capital employé à 6 °/₀ et menus frais	3	50
1 Jour 1/2 de loyer à 800 fr. par an	3	28
1,000 fr. d'ustensiles, dont l'usure, comptée à 16 °/₀ par an, 5,26	6	50
Produit obtenu : 165 kil. de polenta coûtent.	48	»
Le kilog. de polenta revient donc au fabricant à	»	30
Mais pour qu'il parvienne jusqu'au consommateur, il faut ajouter : 1° le bénéfice brut du fabricant, 60 °/₀ du capital déboursé	»	18
2° La remise accordée au marchand en commissions du croires, etc., environ 25 °/₀	»	12
1 Kilogramme, formant 16 potages, revient au consommateur à	»	60

Chaque potage revient donc à moins de 4 centimes, ou

posée. Cette espèce d'empois est un véritable *amilate* ou combinaison à proportions définies (1 éq. de fécule pour 1 équiv. de potasse) de la fécule et de la potasse. Si l'on vient à verser sur cet empois une dissolution de chlorhydrate de chaux, il y a double décomposition, c'est-à-dire que l'empois est détruit, il se forme du chlorhydrate de potasse et de l'amilate de chaux ou combinaison de fécule avec la chaux. Ce nouveau composé est insoluble et se précipite alors au fond du vase. Lorsqu'on emploie un sel de plomb (*acétate de plomb*), il y a également double décomposition et formation d'un précipité blanc insoluble d'amilate de plomb, dans lequel la fécule est à l'oxide de plomb dans le rapport de 1 à 1. Cette propriété de la fécule de pouvoir, dans quelques circonstances, jouer le rôle d'un acide, n'est pas le seul phénomène de ce genre que nous aurons à étudier, le sucre nous en offrira quelques exemples frappans qui servent à expliquer certains incidens qui se présentent si souvent dans l'extraction du sucre des betteraves.

Enfin, l'ammoniaque ne possédant pas, comme

seulement à 2 centimes, si on le consomme directement. On trouve en outre, dans cette petite industrie, une occupation utile pour les momens perdus dans le personnel des fermes pendant la mauvaise saison. Nous n'ajouterons point que le prix de revient éprouve quelques variations dans diverses localités. Chacun, au reste, pourra faire les corrections que le cours des matières premières, du combustible, de la main-d'œuvre, etc., nécessitera. (D'après la *Maison rustique du XIXe siècle*, t. III.)

la dissolution de potasse ou de soude, la propriété de gonfler les grains de fécule, celle-ci peut être employée quelquefois pour l'*analyse des sels ammoniacaux*.

Dans une prochaine leçon, nous terminerons l'étude de la fécule et de ses applications par la fabrication de la *dextrine* et de la *glucose*.

NEUVIÈME ET DIXIÈME LEÇONS.

APPLICATIONS DE LA CHALEUR.

Combustible (houille, charbon de bois). — Brazeros-cheminées (antiques, Rumford, Desarnod). — Dalesme. — Gauger. — Curaudeau. — Harel. — Bonnemain (calorifères à eau; incubation artificielle, etc.). — Darcet, Clément, Péclet, Chaussenot, Bronzac, Duvoir, Perkins, Séguier. — Calorifères et poêles (suédois, français, anglais). — Tirage des cheminées, ventilation, salubrité, etc., etc.

Appliquer la chaleur produite par les divers combustibles au chauffage des appartmens, et plus particulièrement au chauffage des fourneaux, étuves, chaudières à vapeur, etc., constitue une question sur l'importance de laquelle il est inutile d'insister. Aussi compliquées que variées, les applications de la chaleur nécessiteraient de plus amples détails que ceux que nous allons leur consacrer; mais nous n'insisterons que sur les procédés de chauffage suivis dans les diverses fabrications que nous avons à traiter, et nous ne ferons que donner un aperçu, autant complet que possible, des divers systèmes.

Si l'on considère que, sur la quantité de combustible consommé en France pendant une année

(200,000,000 kilogr.), le bois entre pour les 2/3 et la houille seulement pour le reste, on voit de suite que c'est dans ce pays qu'on a dû chercher à perfectionner les cheminées et les fourneaux, pour tirer du combustible le plus de chaleur possible et compenser un peu sa cherté (1). C'est en effet en France qu'ont été apportés les plus grands perfectionnemens daas l'art du chauffage. Les constructions pyrotechniques des ingénieurs anglais ne sont que des modifications des nôtres.

Les *brazeros* sont les calorifères les plus anciens. (Par *calorifères* on entend les fourneaux, poêles et divers appareils destinés à porter la chaleur dans l'air des appartemens, des étuves, des ateliers, etc.) Employés encore de nos jours en Espagne et dans les contrées où le froid ne se fait sentir qu'à de rares intervalles, les brazeros présentent l'application la plus économique du combustible, car ce sont des sortes de fourneaux sans cheminée, que l'on met tout allumés au milieu des chambres que l'on veut chauffer; de sorte que toute la chaleur produite est recueillie; mais ils présentent un inconvénient très grave et que l'économie ne saurait compenser : nous voulons par-

(1) En Angleterre, la houille est aussi commune que de bonne qualité ; aussi est-elle employée pour toutes les sortes de chauffage. C'est, sans contredit, de tous les combustibles, le plus important et le plus avantageux pour la production de la chaleur. Voici les qualités que l'on doit préférer : elle doit être grasse et collante, pour ne pas se réduire en poussière

[illegible] insalubrité qui résulte du mélange des gaz [illegible] combustion perdus au milieu de l'air de la [illegible], qui, s'il n'est renouvelé avec soin, se

[illegible] à travers la grille du fourneau, sans cependant l'être [illegible] pour former de trop grandes masses ; car alors toute la chaleur se concentre sous la croûte de houille fondue ; la grille rougit, est promptement brûlée, et le feu agit moins vivement sur la chaudière. Quand on emploie une houille de ce genre, il faut la mêler avec des houilles maigres. Le même mélange corrige les charbons maigres. Les variétés de houille sont très considérables ; mais sous le rapport de leur emploi comme combustible, on peut en distinguer trois principales : 1° La *houille grasse* (anglais : *smith-coal*), légère, friable, très combustible, brûlant avec flamme blanche, laissant peu de résidu : les houilles de Rive-de-Gier, de Saint-Étienne, de Givors, de Newcastle, etc., etc., appartiennent à cette variété. 2° La *houille sèche*, d'une plus grande densité que la précédente ; elle est peu solide et d'un noir moins foncé, brûle moins facilement sans s'agglutiner, et laisse plus de résidu ; sa flamme est bleuâtre.

Toutes les houilles que l'on trouve dans les terrains calcaires appartiennent à cette variété ; telles sont celles des environs de Marseille, d'Aix, de Toulon. La houille de Fresnes, dont se servent les brasseurs de Paris, appartient aussi à cette variété : elle contient si peu de bitume, qu'elle brûle presque sans fumée. 3° La *houille compacte* (anglais : *cannel-coal*) est d'un noir grisâtre et terne, solide, compacte, fort légère ; elle se laisse tailler et polir, et brûle facilement, avec une flamme blanche, allongée. Cette houille ne se trouve en abondance que dans le Lancashire, à Vigau et à Kilkenny, en Irlande.

La quantité de chaleur que développe la houille dans sa combustion doit nécessairement varier, suivant sa composition. En général, celles qui renferment le plus d'hydrogène relativement à l'oxigène, sont celles qui en donnent le plus.

On voit par le tableau que nous avons jugé nécessaire

trouve bientôt vicié au point de causer un commencement d'asphyxie. Dans les brazeros, on ne peut brûler que du charbon de bois, parce qu'il ne

d'exposer ici, que les houilles jouissant de la propriété de se boursoufler et de donner des cokes en masses volumineuses, renferment toutes un grand excès d'hydrogène, relativement à l'oxigène. Ces houilles donnent beaucoup de flamme et développent plus de chaleur que les autres, parce que l'hydrogène, à poids égal, en donne plus que le carbone.

DÉSIGNATION des HOUILLES.	Pesanteur spécifique.	Composition de cent parties de Houille.				ASPECT du COKE.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.	Cendres.	
1° Lignite piciforme passant à la houille Jayet, rive droite du Rhin	1,2081	77,100	2,846	19,554	1,000	Pulvérulent.
2° Houille schisteuse compacte de Berzenskowitz (Haute-Silésie).	1,3098	73,880	2,765	20,475	2,880	Pulvérulent.
3° Houille schisteuse compacte de Bentheim (Haute-Silésie)	1,2846	78,390	3,207	17,775	0,620	Fritté.
4° Houille lamelleuse, consist. molle (d'Essen et Verden, en Westphalie)	1,2757	88,686	3,207	8,113	0,001	Boursouflé, très gonflé.
5° Houille lamelleuse, éclat presque vitreux (même origine)	1,3065	92,101	1,106	5,793	1,000	Fritté.
6° Houille compacte (Cannel-Coal)	1,1632	74,47	5,42	19,61	0,50	Boursouflé, très gonflé.
7° Entre la houille lamelleuse et celle piciforme (New-Castle)	1,2563	84,263	3,207	11,667	0,863	Boursouflé.
8° Lamelleuse, d'une consist. molle (Aix-la-Chapelle, Eschweiler).	1,3005	89,161	3,207	6,4516	1,18	Boursouflé, très gonflé.

Le *coke*, ou charbon de houille, résidu de la distillation de ce dernier produit dans les usines à gaz, est employé

donne pas de fumée. C'est ici l'occasion d'ajouter quelques mots à propos de ce combustible et de la vapeur qu'il produit en brûlant.

Sous le même poids, les charbons dégagent la même quantité de chaleur, parce que tous absorbent la même quantit d'oxigène, et que la quantité de chaleur dégagée par la combustion est très probablement proportionnelle à la quantité d'oxigène absorbée ; mais tous les charbons de bois ne brûlent pas de la même manière : les charbons légers se consument plus rapidement que les charbons compactes.

Le pouvoir calorifique du charbon paraît être sensiblement constant :

avec succès pour obtenir une température élevée ; on s'en sert dans les hauts-fourneaux pour l'extraction du fer. Il est usité aujourd'hui pour le chauffage des chaudières à remorqueurs. Le coke, préparé dans des fours à coke, est d'un meilleur usage et plus cher que celui des usines à gaz. Le coke varie en qualité, d'après celle de la houille qui a servi à l'obtenir. On brûle quelquefois du coke dans les cheminées des appartemens : on doit alors choisir le plus léger et celui qui donne le moins de résidus. La *tourbe* de bonne qualité est d'un excellent usage pour les étuves, et peut servir avantageusement pour l'alimentation des chaudières à vapeur. Le *charbon de tourbe* obtenu par distillation est supérieur à celui qu'on se procure par étouffement : pour l'obtenir en gros morceaux, il faut que la tourbe soit très compacte. La quantité de calorique rayonnant qu'il dégage pendant sa combustion est très considérable. Les *briquettes* obtenues par le mélange de corps combustibles pulvérisés et d'argile ne sont employées que pour le chauffage des poêles et des cheminées.

D'après	Laplace et Lavoisier, un kilogr. donne	7226	unités.
»	Hassenfratz, maximum............	7200	»
	minimum.............	5550	»
»	Clément Desormes...............	7050	»
»	M. Despretz.....................	7815	»

La valeur relative des différens charbons sous le même volume, et comme ils sont ordinairement livrés au commerce, sont, d'après Bull, dans le rapport des nombres suivans :

Charbon de noyer......	166
Charbon d'érable......	114
Charbon de chêne......	106
Charbon de pin........	75

Ces nombres sont proportionnels à la pesanteur spécifique ou densité de ces différens charbons.

La combustion du charbon donne lieu à une émanation d'acide carbonique qui a besoin d'être attiré et perdu dans une cheminée d'appel, ce que l'on doit rechercher dans la construction des fourneaux de cuisine, comme l'a fait M. Harel. Ce n'est pas seulement à l'acide carbonique que la vapeur de charbon doit d'être impropre à la respiration, de causer des vertiges, etc., c'est aussi à un grand nombre de gaz dont on ne tient pas compte ordinairement, et qui sont dus à la décomposition et à la volatilisation de certains produits pyroligneux échappés à la carbonisation du bois. L'*odeur* que répand quelquefois le charbon, lorsqu'on l'allume, est due à ces produits gazeux.

Les brazeros ou des fourneaux semblables, rem-

plis de charbons bien purs, peuvent être employés pour le chauffage de quelques étuves et pour des dessiccations auxquelles ne pourraient nuire des émanations d'acide carbonique.

Après les brazeros, les calorifères les plus anciens sont ces cheminées à grande ouverture, comme on en retrouve encore dans les vieux châteaux et dans les campagnes. Dans tous les cas, les *cheminées des habitations* (1) ne sont pas encore aujourd'hui, malgré les nombreuses modifications qu'on y a apportées, exemptes de tous les inconvéniens qu'on leur reprochait autrefois. Franklin, en parlant des cheminées, dit qu'elles semblent avoir été construites pour utiliser la moindre quantité possible de la chaleur qui s'y produit (2).

(1) On donne en général le nom de *cheminées* aux conduits en briques, etc., qui servent à rejeter dans l'atmosphère, à des hauteurs plus ou moins grandes, l'air usé par la combustion et les produits gazeux non brûlés ou non combustibles; elles servent aussi à donner à l'air qui afflue sur le combustible une vitesse suffisante pour produire une bonne combustion.

(2) L'expérience suivante démontre cette vérité. On a brûlé, dans une chambre bien close, la température extérieure étant à $+ 5°$, 11 kilogrammes de charbon de terre en quatre heures; l'élévation moyenne de la température, observée à l'aide de plusieurs thermomètres, était de 2 degrés 1/2, et le poids de tout le volume d'air de 156 kilogrammes; la chaleur communiquée dans l'intérieur pouvait donc être exprimée par $\frac{156}{4} \times 2,5 = 87$ unités. Si l'on suppose 78 unités de déperdition par les parois, on aura obtenu en tout $87 + 78 = 165$ unités de chaleur; or, 11 kilogrammes de charbon de terre produisent 11×7050 unités, ou 77550.

Gaucher fut le premier qui fit connaître les moyens d'utiliser une plus grande quantité de calorique rayonnant, en faisant remarquer qu'un feu de cheminée pouvait échauffer une chambre par ses rayons directs et par ses rayons réfléchis, et que

C'est, comme on le voit, plus de 500 fois autant que la quantité de chaleur obtenue. On conçoit en effet que toute la chaleur que le combustible développe dans l'air brûlé s'élevant, avec cet air, immédiatement dans la cheminée, il ne peut passer dans l'intérieur de la chambre qu'une partie de la chaleur rayonnante du combustible, et que le volume considérable d'air chaud qui s'élance continuellement dans le canal de la cheminée détermine un grand tirage, d'où il résulte une sorte de ventilation, par l'air froid du dehors, appelé puissamment dans l'intérieur pour remplacer l'air chaud que la cheminée emporte. Le canal des cheminées présente ordinairement, dans toutes ses parties, une section d'un quart de mètre; or, en supposant pour l'air chaud dans ce conduit une vitesse moyenne de 2 mètres par seconde, il passera par cette section un demi-mètre cube par seconde, 30 mètres cubes par minute, ou 1800 mètres cubes par heure. L'air d'un appartement de 100 mètres cubes serait donc ainsi renouvelé en entier 18 fois pendant une heure. Lorsque cette quantité ne peut être fournie par des *ventouses* ou par les fentes des portes, des fenêtres, etc., l'air intérieur se dilate, et il y a réaction de l'air extérieur sur le haut de la cheminée : quelquefois même il s'établit dans le corps de la cheminée un double courant, l'un ascensionnel, l'autre descendant; ce dernier remplace l'air entraîné par le tirage; de là les cheminées qui fument lorsque les portes et les fenêtres sont exactement fermées, ce qui s'observe assez fréquemment, et, dans tous les cas, le grand volume d'air qui passe dans le corps de la cheminée refroidit les produits de la combustion et diminue beaucoup la vitesse du tirage, puisque celui-ci est en raison de la différence de température entre l'air intérieur de la cheminée et l'air extérieur.

ces derniers étaient entièrement perdus dans les cheminées ordinaires; il proposa de rétrécir le fond des cheminées et de leur donner une forme parabolique.

Afin de remédier au défaut des cheminées à jambages parallèles et d'équerre sur le contre-cœur, Gaucher proposa de donner à chaque jambage la forme d'une demi-parabole, et plaçant les foyers de ces courbes à une distance de 0m,60 (22 pouces), il adopta ces formes, par la raison que tous les rayons qui partent du foyer d'une parabole se réfléchissent parallèlement à l'axe; de manière que si le feu était placé à chaque centre des deux demi-paraboles, la chaleur se réfléchirait dans la chambre par des rayons parallèles. Il proposa en outre de revêtir de tôle, de fer ou de cuivre poli, les surfaces paraboliques, afin de mieux réfléchir les rayons de calorique; enfin, pour diminuer la masse d'air entraînée par le courant ascendant et en augmenter la vitesse, il prescrivit de réduire de 0m,30 à 0,33 (10 à 12 pouces) l'ouverture du tuyau de la cheminée; et pour régler le tirage, conserver la chaleur pendant la nuit, etc., etc., il plaça à l'embouchure du tuyau une trappe à bascule.

Ces changemens dans les foyers furent depuis proposés par Rumford, avec quelques modifications. Le moyen employé par ce dernier consiste à diminuer la profondeur de la cheminée, afin de placer le foyer en avant et de le mettre dans une

position propre à renvoyer dans la chambre la plus grande quantité de calorique rayonnant. Il donne aux faces latérales ou jambages une obliquité telle, que les rayons directs qu'elles reçoivent se réfléchissent dans l'intérieur de l'appartement; enfin, il retrécit l'ouverture inférieure du tuyau de la cheminée, pour déterminer un plus grand tirage et empêcher la cheminée de fumer.

Les cheminées en fonte de Desarnod réalisent encore une plus grande proportion de la chaleur des combustibles. Au reste, ces appareils peuvent être regardés comme des poêles, puisqu'ils sont en entier dans l'intérieur des chambres, et quelquefois même très éloignés du corps de cheminée, auquel ils communiquent par des tuyaux qui traversent l'appartement. Si la longueur des tuyaux était assez grande pour que la fumée en sortît constamment au-dessous de 100°, la chaleur utilisée équivaudrait à peu près aux 0,9 de celle développée par la combustion dans ces calorifères. Le seul point de ressemblance qu'ils aient avec les cheminées proprement dites, c'est que, comme elles, ils laissent *voir le feu*. A l'aide des cheminées de Desarnod, on peut se procurer dans l'intérieur des appartemens un renouvellement d'air continuel.

En 1686 Dalesme inventa un poêle fumivore à flamme renversée, que Franklin importa en Amérique, où il est encore usité aujourd'hui.

Sous le pseudonyme de Gauger, le cardinal de

Polignac s'occupa avec succès de la question de chauffage et de ventilation des appartemens ; il fit paraître en 1715 un petit traité intitulé *Mécanique du Feu*, dans lequel il traite ces questions avec une grande sagacité.

Curaudeau s'occupa du chauffage des liquides, des cheminées et des poêles. Ses cheminées trop compliquées sont celles de Rumford; mais la fumée est reçue dans une série de tuyaux de fonte placés dans une caisse qui surmonte le chambranle, d'où elle s'échappe ensuite dans la cheminée. L'air pouvant entrer dans la caisse par la partie inférieure et sortir par la partie supérieure, il s'y forme un courant continuel qui sort près du plafond à une température élevée.

Harel s'uppliqua à la construction des fourneaux de cuisine, et rechercha surtout à faire rendre la fumée du charbon dans une cheminée d'appel.

Bonnemain est le premier qui ait eu l'idée d'appliquer l'eau bouillante au chauffage.

Le chauffage au moyen des *calorifères à eau* est analogue au chauffage par les calorifères à air, que nous étudierons plus bas ; il a lieu par la circulation de l'eau, qui, comme l'air, conduit mal la chaleur, mais peut lui servir de véhicule par sa mobilité. Les appareils dont on peut se servir pour chauffer ainsi, peuvent varier plus ou moins dans quelques parties, mais ils ont tous une analogie commune. Supposons une chaudière fermée

ou un cylindre bouilleur ordinaire; adaptons-y à la partie supérieure un tuyau qui s'élève et redescend en décrivant plusieurs sinuosités pour venir s'adapter au fond de la chaudière, et par conséquent à la partie qui reçoit le moins de chaleur. Le point le plus élevé du tuyau est mis en contact avec le tuyau vertical; celui-ci sert d'issue à la vapeur qui pourrait se former par un élèvement de température, au dégagement de l'air en dissolution dans l'eau et qui est chassé par la chaleur; enfin c'est par ce tube vertical que l'on remplit l'appareil d'eau et que l'on remplace les pertes. Ce tuyau est encore un vrai tube de sûreté, dans le cas où il y aurait formation de beaucoup de vapeur.

On comprend maintenant que l'appareil étant ainsi disposé, si l'on remplit d'eau tous les tuyaux et la chaudière, si l'on allume du feu dans le foyer sur lequel repose l'appareil, les premières portions d'eau, échauffées et devenues par là plus légères, s'élèveront dans la partie supérieure de la chaudière et dans le tube qui y est adapté, puis une même quantité d'eau correspondante rentrera dans la chaudière par l'extrémité du tuyau adapté à la partie inférieure de la chaudière. Ces mouvemens détermineront dans toute la masse du liquide une circulation qui continuera tout le temps que le foyer sera en activité. Maintenant si les tuyaux, dans tous leurs contours, sont accolés aux parois d'une chambre ou d'une étuve, l'air intérieur

s'échauffera par son contact avec les surfaces chaudes.

On ne peut pas, avec ce système de chauffage produire de grandes masses d'air chaud; mais il présente des avantages marqués dans tous les cas où on a besoin d'une température constante, uniforme et de quelques degrés seulement. Aussi pour les serres, c'est certainement le chauffage le plus économique et le plus utile qu'on puisse employer. Bonnemain a appliqué avec beaucoup de succès plusieurs procédés ingénieux de ce chauffage, à entretenir une température égale dans les serres chaudes et dans les étuves propres à *l'incubation artificielle*. Il voulait remplacer un phénomène naturel, l'incubation des œufs, par un procédé artificiel, et il était arrivé à une perfection curieuse et complète; il fabriquait des poulets dans toutes les saisons et mieux que les poules elles-mêmes (1). Il a résolu le problème dans tout ce qu'il avait de plus difficile.

(1) Les appareils de Bonnemain se composent d'un calorifère pour la circulation de l'eau, d'un régulateur qui y est adapté pour maintenir une température égale, d'une étuve ou *couveuse* échauffée constamment au degré de l'incubation. A cette couveuse se joint une *poussinière* qui sert à réchauffer les poussins pendant les premiers jours de leur naissance.

Bonnemain a lu, en 1777, à l'Académie des Sciences, un mémoire sur l'art de faire éclore les poulets. En 1816, il fit imprimer une notice sur le même sujet, et il avait pratiqué utilement cet art pendant 15 ans aux environs de Paris, et il n'a été forcé de quitter son établissement que lorsque la

M. Duvoir a apporté de grands perfectionnemens dans la construction des calorifères à eau chaude, et il les a montés sur une échelle très grande au lieu de restreindre, comme on l'avait cru, les procédés de Bonnemain. Un de ces calorifères, établi au quai d'Orsay, chauffe 30,000 mètres cubes d'air; 100,000 mètres cubes d'air coûtant 30 francs à chauffer, la dépense d'un jour revient à 30 francs. Ce sont là des résultats très remarquables et sur lesquels on ne saurait trop insister. M. Perkins, en Angleterre, a poussé très loin les expériences des ingénieurs français sur l'application au chauffage de la circulation de l'eau. Il a fait, même à ce sujet, des expériences

disette des grains arriva, et que le départ de la cour, au commencement de la révolution, le priva du débouché de ses poulets. Bonnemain a encore fait connaître les principes et applications du chauffage par la circulation de l'eau. Ce n'est qu'à la suite de longues et pénibles recherches que Bonnemain est parvenu à tous ces beaux résultats; et il était d'autant plus cruel de lui en enlever l'honneur (comme quelques inventeurs anglais ont voulu le faire), que c'était le seul fruit qui lui en fût resté, l'unique consolation de ses jours. Il était déjà d'un âge fort avancé lorsqu'il fut forcé d'abandonner sa fabrique de poulets; il passa les dernières années de sa vie à perfectionner ses divers procédés, et fut forcé, en attendant qu'il en pût tirer parti, d'accepter quelques secours. Il mourut avant d'avoir utilisé ses derniers moyens, qu'il avait perfectionnés.

M. Darlow fit, en 1820, construire un appareil à Londres, chauffé par la vapeur, au moyen duquel il faisait éclore des poulets. Ses procédés paraissent moins sûrs que ceux de Bonnemain.

très dangereuses, comme de porter au rouge des tubes remplis d'eau et de produire une chaleur de 200°.

Après Bonnemain, nous devons citer M. Darcet, qui s'est surtout appliqué à réunir au chauffage des habitations, des hôpitaux, etc., toutes les conditions de la salubrité. (Voyez plus loin, 2e leçon, *Salubrité*.) (1)

M. Clément Desormes, dont nous déplorons la perte récente, s'est occupé, avec un zèle bien connu, de l'application de la chaleur aux opérations manufacturières; M. Péclet a principalement fait servir la science à l'étude raisonnée du chauffage et de ses applications, et a rectifié, par des données théoriques, les procédés anciens.

M. Chaussenot s'est surtout occupé du chauffage des serres, et a cherché à remplacer, par la force mécanique, la ventilation, la dessiccation, etc.; nous y reviendrons.

Enfin M. Bronzac a suivi à peu près la même route que M. Chaussenot, et de plus a imaginé de rendre les foyers des cheminées mobiles (2).

Les dimensions des *cheminées* dépendent de la quantité d'air qu'elles doivent amener sur le combustible dans un temps donné, c'est-à-dire de la

(1) Chacun sait avec quel zèle M. Darcet s'est constamment occupé de toutes les questions relatives à la salubrité. Nous aurons plus d'une fois l'occasion de revenir sur quelques unes de ses importantes et philanthropiques découvertes.

(2) Avant de parler des *cheminées de fabrique*, nous ter-

quantité de combustible qui doit être brûlée dans un temps donné; de leur hauteur, et enfin de la température de l'air chaud qui les parcourt.

minerons l'étude des combustibles par celle des bois de chauffage.

Quantité de cendres produites par différens bois et combustibles végétaux.

Chêne	0,0250
Écorce de chêne............	0,0600
Tilleul....................	0,0500
Sainte-Lucie	0,0160
Sureau à grappe............	0,0164
Arbre de Judée.............	0,0170
Noisetier	0,0157
Mûrier blanc...............	0,0160
Bouleau....................	0,0100
Faux ébénier...............	0,0125
Sapin......................	0,0083
Paille de froment...........	0,0440
Fanes de pommes de terre...	0,1500

Table de la quantité de chaleur dégagée par la combustion de 1 kilogramme de différentes espèces de bois.

Espèces.	Etat dans lequel ils ont été essayés.	Unités de chaleur développées.
Tilleul..	Bois sec de menuiserie de 4 ans........	3460
Idem.	Fortement desséché..................	3960
Hêtre...	Bois sec de menuiserie de 4 ans........	3375
Idem.	Fortement desséché..................	3630
Orme...	Bois sec de menuiserie de 4 à 5 ans.....	3037
Idem.	Fortement desséché..................	3450
Chêne..	Bois à brûler ordin. en copeaux moyens.	2550
Idem.	En copeaux minces très secs...........	2925
Frêne...	Bois de menuiserie ordinaire sec........	3075
Idem.	Fortement desséché..................	3525
Érable..	Bois de la saison, *fortement* desséché.....	3600

Les quantités d'air employées dans les appareils ordinaires de combustion sont beaucoup plus grandes que celles qui sont rigoureusement nécessaires. En effet, les quantités d'air employées dépendent non seulement de la disposition des foyers, mais, dans chaque appareil, elles dépendent encore de la nature du combustible, de la grosseur des morceaux, de leur arrangement dans le foyer, et de l'épaisseur de la couche combustible que l'air doit traverser. La quantité d'air employée varie à l'infini; toutefois, il est nécessaire

Espèces.	État dans lequel ils ont été essayés.	Unités de chaleur développées.
Cormier.	Bois desséché sur un poêle..............	3600
Merisier.	Bois sec de menuisier..................	3375
Idem.	Bien séché............................	3675
Sapin...	Bois sec de menuisier, ordinaire.........	3037
Idem.	Fortement desséché.....................	3750
Peuplier.	Bois sec de menuisier, ordinaire.......	3460
Idem.	Fortement desséché.....................	3719
Charme.	Bois sec de menuisier, ordinaire........	3187
Chêne..	Sec....................................	3030

En prenant les quantités de chaleur émises par les bois secs, on trouve que les limites extrêmes sont 3300 et 3900; et en comprenant la moyenne, on a pour la quantité de chaleur dégagée par 1 kilogramme de bois, 3597.

Ces expériences, qui sont dues à Rumford, ont été très multipliées et faites avec beaucoup de soin; ainsi, on doit considérer le nombre 3597 comme étant très voisin de la vérité; cependant, il doit être un peu trop faible, parce que l'appareil dont il se servait à cet effet était disposé de manière à laisser échapper une partie de la chaleur rayonnante. Clément admet le nombre 3666 pour la valeur calorifique des bois parfaitement secs.

d'avoir une approximation sur laquelle on puisse se baser. D'après les analyses nombreuses faites par M. Péclet, on a reconnu qu'à l'issue des cheminées de foyers alimentés régulièrement par la houille, la quantité d'air qui échappe à la combustion est à peu près égale à la moitié de la quantité totale, et seulement à 1/3 et 1/4, quand le tirage est très fort; dans les foyers alimentés par le bois, la proportion est sensiblement la même quand le bois est brûlé sur une grille, ainsi que pour les foyers à charbon de bois, quand la grille est complétement couverte, et au moins à un décimètre de hauteur pour le charbon de grosseur moyenne. Mais la proportion est beaucoup plus grande pour le coke, surtout quand il est en gros morceaux. Dans tous les cas, il est évident que la quantité d'air qui échappe à la combustion est encore plus grande quand la porte du foyer est ouverte, quand la totalité de la grille n'est pas recouverte de combustible, et quand on vient d'alimenter le foyer.

D'après des expériences faites avec soin, on peut admettre, comme une approximation suffisante dans la pratique, que la quantité d'air nécessaire dans les appareils de combustion ordinaire, où le combustible est brûlé sur une grille, est deux fois plus grande que celle qui est réellement employée pour les foyers alimentés par du bois ou du charbon de terre; et pour le coke, deux, trois ou quatre fois, suivant la grosseur des morceaux et l'activité de la combustion. Ainsi, nous admettrons pour la combustion de ces différens

combustibles les proportions d'air suivantes :

Pour 1 kilogramme de houille moyenne	20	mètres cubes.
1 kil. de bois sec....................	10	»
1 kil. de bois au degré de dessiccation ordinaire......................	7,50	»
1 kil. de coke......................	180	»
1 kil. de charbon de bois............	18	»

Ainsi, dans chaque cas en particulier, on pourra facilement déterminer la quantité d'air nécessaire à la combustion, quand on connaîtra la nature et la quantité du combustible qui doit être consommé dans un temps donné.

La hauteur que l'on peut donner aux cheminées dépend de plusieurs circonstances locales ; toutefois il est avantageux de leur donner la plus grande élévation possible. Par hauteur de la cheminée, nous n'entendons pas ici le canal, mais la colonne d'air chaud qui produit le mouvement. Ainsi, la hauteur de la cheminée doit être prise verticalement, à partir du foyer, quels que soient d'ailleurs les contours du canal d'air chaud.

La température de l'air chaud, à son entrée dans la cheminée, dépend de plusieurs circonstances particulières ; mais elle est toujours inférieure à celle du corps que l'on chauffe, et s'en approche d'autant plus qu'elle circule plus long-temps autour de lui. Au surplus, cette température peut se déterminer approximativement par des expériences sur des appareils semblables à ceux que l'on veut établir, en introduisant un thermomètre dans la cheminée, ou un corps solide, dont on déter-

mine la température. Enfin, il faudra encore connaître la perte de chaleur de l'air chaud dans son trajet de la partie inférieure à la partie supérieure de la cheminée, afin d'en déduire la température moyenne qui produit réellement le mouvement ascensionnel.

Les cheminées les plus avantageuses, sous le rapport du tirage, sont les cheminées en fonte, puis les cheminées en tôle; après, viennent les cheminées en briques, et enfin celles de poterie. On a fait aussi des cheminées isolées en cuivre; sous le rapport du tirage, elles doivent être, à peu de chose près, aussi avantageuses que les cheminées en tôle, mais elles ne peuvent servir que pour des feux modérés. Les cheminées en tôle, vu leur légèreté et leur économie, sont avantageuses, mais elles ont l'inconvénient de s'oxider facilement : aussi se sert-on communément de cheminées en briques dans les grands appareils.

Parmi toutes les formes possibles que l'on peut donner à une cheminée, la forme circulaire est celle que l'on doit préférer; celle qui se rapprochera le plus du cercle sera la plus avantageuse; ainsi la forme conique est très convenable pour le tirage et la facilité de la construction; c'est aussi la forme que l'on emploie le plus généralement.

Relativement à la plus grande vitesse d'écoulement par un même orifice supérieur, il est évident que les cheminées les plus avantageuses sont encore les cheminées les plus larges; et pour un même orifice la dépense est plus grande quand il est court

et cylindrique, que quand il est percé en parois minces ; et quand il est évasé, la dépense est encore plus considérable.

Quant à la direction des cheminées, il est inutile de dire que leur meilleure disposition est d'être verticale.

Cheminées communes. — Dans les usines, on réunit souvent en un seul corps de cheminée les conduits de fumée de plusieurs fourneaux. Cette disposition présente des avantages qu'il est facile d'apprécier; elle procure, à hauteur égale, une économie marquée, comparativement à la construction de plusieurs corps de cheminée séparés. Cela est d'autant plus sensible, que l'élévation au dessus des bâtimens est plus considérable, parce que, dans ce cas, on est obligé, pour chaque petite cheminée, d'ériger une forte maçonnerie capable de la soutenir. Une vaste cheminée qui reçoit le produit de plusieurs feux peut, au contraire, être entièrement isolée des bâtimens. Quoiqu'élevée à une grande hauteur, on la construit sans ces échafaudages extérieurs, dont l'érection est toujours longue et coûteuse : il suffit de quelques planches soutenues par des boulins placés de distance en distance dans des trous que les maçons laissent en construisant, comme on le fait pour les puits. Un maçon anglais, habitué à ces constructions, aidé d'un garçon qui lui donne les briques et le mortier, peut élever en quinze jours, sans échafaudages extérieurs, une cheminée rectangulaire pyra-

midale de 40 pieds de hauteur, ayant à sa base 15 pieds 8 pouces extérieurement, et 2 pieds 8 pouces intérieurement ; à son sommet, 28 pouces extérieurement, et 20 pouces intérieurement. Pour la facilité de la construction et la solidité de cette cheminée sans appui, il ménage en dedans trois retraites successives. Il est nécessaire de donner à la maçonnerie de ces cheminées une forte épaisseur, par le bas surtout ; elles ont plus de solidité et conservent mieux la chaleur. On voit en Angleterre de grandes cheminées, dans des fabriques importantes, réunir plus de cent feux par des conduits souterrains. On a adopté aussi ce mode de construction dans plusieurs usines de France, et l'on connaît parfaitement aujourd'hui l'inutilité de pratiquer dans un corps de cheminée autant de séparations que l'on y amenait de feux différens. Il suffit que la section de la grande cheminée, commune à plusieurs conduits, soit égale à la somme des sections de ceux-ci.

Cheminées isolées. — La plupart des cheminées isolées sont carrées, forme très vicieuse ; il faut toujours, comme nous l'avons déjà dit, leur donner une section circulaire. Quand on ne peut pas se procurer des briques convenables pour cette sorte de construction, et le cas est rare, il vaut mieux donner aux cheminées une section polygonale à six ou huit pouces : il faut que les cheminées isolées aient une forme pyramidale, si l'on veut qu'elles résistent à l'influence des vents.

et cylindr … a doit employer
minces ; … t avoir l'air d…
core plu… re très élevée. …
Quan… …taires ; mais si elle
de dire … degrés, on peut em-
vertical … rdinaires. Le ciment
Chem… … r suivant les circon-
réunit … a terre à brique crue,
condu… lorsque la température
dispo… erre à brique crue doit
d'app… e, parce qu'elle se cuit
écon… une grande solidité. Le
stru… … siliceux peut être em-
Cel… …re atteint 4 à 500 degrés :
de… …usement avec de la terre
qu… …loyer le plâtre qu'autant
el… …passe pas 150 à 200 de-
d…

p… …re de l'air doit être très
c… … d'assujétir les parois des
… s armures en fer.
… – On nomme ainsi les chemi-
… …iner l'ascension d'une cer-
s… …sphérique vicié ou d'autres
d… …e quatre sortes différentes :
c… …es l'air *appelé* pénètre en
n… …oyer du fourneau d'appel :
d… …es fourneaux ordinaires sont
l… … dont l'air appelé passe en
g… … le foyer : c'est le cas de toutes

les cheminées domestiques et de toutes les cheminées d'appel de gaz combustibles; 3° celles dont l'air appelé ne traverse pas le combustible : c'est le cas de tous les appareils destinés à évacuer des gaz incombustibles; 4° enfin, celles qui ne reçoivent point les gaz qui ont servi à la combustion, et qui sont échauffées par des tuyaux de chaleur.

Un grand nombre d'expériences sur la respiration ont prouvé qu'un homme consomme environ 53 litres 40 d'oxigène par heure, et que ce gaz est remplacé par un volume égal de gaz acide carbonique renvoyé par les poumons. Or, l'oxigène entre pour la cinquième partie à peu près dans la composition de l'air atmosphérique. Il s'ensuit que, par le seul effet de la respiration d'un homme, près de 177 litres d'air par heure sont rendus impropres, soit à la combustion, soit à l'entretien de la vie animale.

Si l'air que renvoient les poumons ne contenait pas un mélange de vapeur, il ne s'élèverait pas en passant dans l'atmosphère. C'est ici le cas d'admirer un de ces moyens si simples et si ingénieux qu'emploie la sagesse infinie du créateur pour que nous soyons obligés de respirer plusieurs fois le même air; car un mélange d'azote, d'acide carbonique et de vapeur à la température où elle est expulsée, est beaucoup plus léger que l'air ordinaire à la même température; aussi s'élève-t-il avec une telle vitesse, qu'il est entièrement éloigné de nous avant d'être répandu dans l'atmosphère.

L'air des appartemens est encore vicié par la transpiration cutanée; la quantité de vapeur qu'elle fournit est extrêmement variable, elle dépend d'un grand nombre de circonstances locales et individuelles. D'après Séguin, la quantité de liquide vaporisé dans une heure à travers la peau, varie de 46 grammes à 115; en prenant la moyenne, on obtient 80 grammes, nombre qui désigne à peu près la transpiration ordinaire.

L'air d'une chambre close est encore altéré par diverses autres causes. Il est important de tenir compte de l'effet des chandelles, des lampes et des différens appareils d'éclairage. La combustion d'une seule chandelle peut rendre de 180 à 300 pouces cubes d'air impropre à la respiration; c'est donc au moins un quart de pied cube d'air dont il faut tenir compte par individu pour ces causes d'impureté.

Ces résultats donnent les moyens de calculer la quantité d'air qu'il faut renouveler dans un temps donné, quand on connaît le nombre des personnes et des appareils d'éclairage dont il faut alimenter la respiration et la combustion; et comme la chaleur augmente les exhalaisons nuisibles, on doit, lorsqu'on a besoin d'une température extraordinaire, ménager une plus forte ventilation.

Lorsque l'air usé n'est pas emporté par une cheminée, on doit faire arriver l'air pur par la partie inférieure de l'appartement et par un grand nombre d'ouvertures, afin de rendre la ventilation

plus uniforme. L'air usé, plus ou moins saturé des vapeurs provenant de la transpiration pulmonaire et cutanée, devra s'écouler par la partie supérieure de la salle.

La détermination de la quantité de chaleur nécessaire dépend : 1° du nombre de degrés dont la masse d'air à fournir doit être élevée ; 2° de la perte de chaleur par les murs, les vitres, etc. La perte de chaleur par les murs est si peu importante qu'on peut presque toujours la négliger ; il n'en est pas de même de la perte par les vitres. Un mètre carré de verre ordinaire, maintenu d'un côté à une température constante de 100°, et de l'autre en contact avec l'air à 15°, laisse échapper par heure et par mètre carré de surface 968 unités de chaleur.

S'il s'agit de chauffer et ventiler une pièce où doivent respirer vingt personnes, tenant compte de la surface des vitres, de la température extérieure et intérieure, et supposant que les premiers ont 6 mètres carrés de surface, que la température extérieure est à 0° et l'intérieur à 20°, la quantité totale de chaleur à fournir serait de 2272 unités par heure.

Dans la plupart des maisons, la ventilation est presque toujours négligée dans la saison des chaleurs ; toutefois, dans les lieux de grande réunion, et principalement dans ceux qui sont destinés à recevoir les malades, tels que les hôpitaux, les infirmeries, etc., la ventilation étant encore plus

utile en été qu'en hiver, il serait indispensable que tous ces établissemens eussent des appareils pour suppléer, quand le besoin l'exige, à la ventilation naturelle, car souvent il serait très dangereux pour les malades d'ouvrir les portes et les fenêtres, comme cela se pratique sans inconvénient pour les maisons particulières dans la saison chaude.

Dans les salles de spectacle, la chaleur dégagée par le lustre est toujours assez grande pour produire une ventilation suffisante dans toutes les saisons; l'ouverture du cintre doit communiquer avec une cheminée légère, dont l'ouverture, qui détermine la quantité de ventilation, est réglée au moyen d'un registre.

Chauffage des habitations par la vapeur. — La vapeur ne paraît pas devoir être employée toute seule pour chauffer les maisons d'habitation; mais on peut toujours, dans les établissemens considérables, s'en servir comme d'un moyen accessoire pour procurer de la chaleur et aider à la ventilation : des chambres vastes, de longues salles, des corridors, etc., ne sauraient être échauffés convenablement par des feux de cheminée qu'avec une grande dépense de combustible. La méthode la plus avantageuse semble être celle où l'on emploie à la fois la chaleur rayonnante d'un feu de cheminée pour les appartemens, en y entrelaçant de l'air en partie réchauffé, tandis que les passages, les escaliers, etc., sont chauffés par des vaisseaux à vapeur convenables.

On ne saurait guère faire usage des tuyaux à vapeur ordinaires pour les maisons d'habitation. Cependant on pourrait les rassembler dans une seule masse, et les recouvrir d'une claire-voie de marbre ou de toute autre matière; on pourrait encore les cacher dans le mur et introduire par des registres l'air échauffé.

Lorsqu'on veut réchauffer de l'air qu'on destine à chauffer un appartement, on ne doit pas élever sa température au-delà de 14°, et l'ouverture par laquelle on le fait entrer dans l'appartement ne doit pas être à plus d'un pied du plancher.

Les appartemens qui ne sont employés que pendant des temps très courts, et qui le reste du temps sont complètement aérés au moyen des fenêtres, n'exigent pas autant d'attention pour la ventilation; mais il est à propos, dans tout autre cas, de ménager un renouvellement continuel d'air, et dans les chambres qui n'ont pas de feu de cheminée, ce renouvellement continuel demande que la ventilation ait lieu vers le plafond. Le même ornement qui entoure l'anneau où l'on pend le lustre, peut couvrir la place par où l'air impur doit s'échapper.

Le premier essai pour échauffer les ateliers, et entre autres les filatures, par la vapeur, semble avoir été fait en 1799. Ce mode d'échauffement est aujourd'hui généralement adopté par tous les établissemens considérables depuis que l'expérience a prouvé l'avantage de son emploi. Dans ce

système, un seul foyer suffit pour échauffer toutes les parties d'un bâtiment d'une grande étendue. Cette circonstance est une cause d'économie, puisque les pertes de chaleur augmentent avec le nombre de foyers ; de plus, il est facile d'obtenir une grande régularité de température, et c'est une condition essentielle de succès dans beaucoup d'applications : pour certaines étuves et séchoirs, pour les manufactures de cotons filés en numéros très fins, les opérations de teintures, divers apprêts, l'encollage du papier, etc.

Les appareils que nécessite ce procédé varient de mille manières dans leurs formes, en raison des choses que l'on veut échauffer et suivant les localités. Ces appareils consistent : 1° en une chaudière destinée à produire la vapeur ; 2° en tuyaux qui conduisent la vapeur dans le lieu que l'on veut échauffer; 3° enfin, en tuyaux de condensation ; en tuyaux destinés à ramener à la chaudière l'eau provenant de la condensation ou à l'évacuer au dehors.

La chaudière est ordinairement en cuivre, d'une forme sphérique, et de 2 ou 3 millimètres d'épaisseur ; elle produit par heure 45 ou 50 kilogrammes de vapeur, par mètre carré de surface exposé au feu d'un foyer ordinaire, pour lesquels on brûlera environ 6 à 7 kilogrammes de charbon de terre; et, dans les tuyaux destinés à porter la chaleur où elle est utile et dont l'épaisseur est de 1 millimètre et demi, la vapeur d'eau condensée est égale en

poids à 1 kil., 2 pour chaque mètre carré par 2 heure.

Les tuyaux qui doivent diriger la vapeur vers l'appareil de condensation doivent être mauvais conducteurs de la chaleur. On peut les faire en plomb, en cuivre, en fer forgé ou en fonte. En Angleterre, ces tuyaux sont en fer; ils ont 6 pieds de long et 1 pouce 1/2 de diamètre, et ils se montent à vis.

Les tuyaux de condensation sont toujours en métal; on peut les construire facilement en fer-blanc, en tôle, en fonte ou en cuivre. On n'emploie jamais le plomb, qui est trop flexible, ni l'étain. En Angleterre, le diamètre de ces tuyaux est de 5 à 6 pouces, et l'épaisseur à peu près de 3/8 de pouce.

M. Clément s'est beaucoup occupé des applications de la chaleur; il est arrivé à des résultats extrêmement curieux. Voici ceux qu'il a obtenus dans ses expériences directes faites sur la condensation de la vapeur d'eau dans des tuyaux métalliques.

Température moyenne de l'air ambiant, 20 à 25°.

1 m.	de fonte nue, en tuyau horizont., condense par h.	1k,600
1	de fonte en tuyau horizontal, noirci........	1 ,500
1	de cuivre de 2 à 3 millimètres, nu et horizontal	1 ,300
1	de cuivre de 2 à 3 millim., noirci et horizontal	1 ,500
1	de cuivre de 2 à 3 millimèt., noirci et vertical	1 ,750

En ramenant ces nombres à une température extérieure de 15°, on trouve :

Pour la fonte en tuyau horizontal	1k	,87
Pour la fonte noircie en tuyau horizontal.	1	,70
Pour le cuivre nu en tuyau horizontal...	1	,47
Pour le cuivre noirci en tuyau horizontal	1	,70
Pour le cuivre noirci en tuyau vertical...	1	,98

On a essayé de déterminer la capacité de la chaudière et de l'étendue de la surface de chauffe par l'étendue de l'espace à chauffer.

Surface métallique nécessaire pour le chauffage des habitations, d'après Clément.

Angleterre. 1 mètre carré de fonte suffit pour 67 mètres cubes d'espace intérieur. 1 mètre 50 centimètres carrés de fonte suffisent pour 100 mètres cubes.

Nord de la France, plus froid. 1 mètre carré de fonte pour 60 mètres cubes d'espace.

Est de la France. 1 mètre cube pour 50 mètres cubes d'espace.

D'après Bayley, on compte en Angleterre les surfaces de chauffe d'après le tableau suivant :

Serres d'ananas. 1 pied carré de surface de chauffe pour 20 pieds cubes (mesures anglaises).

Serres de raisin et de pêches. 1 pied carré de surface de chauffe pour 40 pieds cubes.

Orangers et serres de fleurs. 1 pied carré de surface de chauffe pour 80 ou 100 pieds cubes.

Appartemens, salles à manger, etc. 1 pied carré de surface de chauffe pour 150 pieds cubes.

Eglises, théâtres, hôpitaux, ateliers, etc. 1 pied carré de surface de chauffe pour 200 pieds cubes.

Ces nombres ne sont qu'approximatifs. et il sera toujours préférable de faire à chaque cas particulier le calcul de la ventilation, d'après le nombre d'individus qui doivent respirer dans l'air à échauf-

'er, et d'après l'étendue des surfaces de l'appartenent, telles que les vitres, prenant pour tempéraure extérieure la plus froide, et pour tempéraure intérieure celle qui est la plus avantageuse à a nature des travaux.

L'eau chaude provenant de la circulation de la vapeur peut être utilisée en la ramenant à la chaudière. On effectue ce retour de l'eau de différentes manières : la plus avantageuse consiste à faire écouler l'eau de condensation dans le sens du mouvement de la vapeur, et de la ramener à la chaudière par un tuyau particulier; il suffit de donner aux tuyaux de condensation une pente dans le sens du courant de vapeur.

Dans l'établissement du chauffage de l'air par des tuyaux placés dans le lieu même, il faut, autant que possible, les placer le plus près du sol, y établir un grand nombre de petites ouvertures destinées à l'air frais, et à l'autre extrémité de la salle et près du plafond, une ouverture pour l'écoulement de l'air chaud, ou placer les tuyaux près du plafond, ainsi que les orifices d'introduction de l'air, et établir près du sol l'ouverture du canal de départ. Les ouvertures qui donnent issue à l'air frais doivent être grandes, afin de diminuer la vitesse de l'air à son entrée.

Si les tuyaux de vapeur doivent être placés dans un espace séparé, pour chauffer d'abord l'air extérieur, l'appareil peut être disposé de la manière suivante. *Les tuyaux* sont placés dans une

espèce de caisse en maçonnerie, dans laquelle l'air extérieur peut s'introduire. L'air circule d'abord autour de la rangée inférieure des cylindres, et se trouve forcé, par une double enveloppe, à passer sur les surfaces des tuyaux formant le rang supérieur, d'où il sort dans la salle par des bouches de chaleur grillées. On règle la ventilation au moyen de registres adaptés, soit aux bouches de chaleur, soit à l'ouverture par laquelle pénètre l'air froid. L'air qui circule autour des tuyaux ayant alors une température beaucoup plus élevée que lorsque les tuyaux sont placés dans un espace libre, la condensation de la vapeur sera beaucoup plus faible; de sorte que les tuyaux devront avoir une plus grande étendue. Quand cet appareil est placé extérieurement, il doit nécessairement être au-dessus du lieu qui doit recevoir l'air chaud.

L'inconvénient de ces appareils, c'est que la ventilation peut être contrariée par les vents; il est donc important que le canal d'entrée et celui de sortie de l'air soient à l'abri de leur influence.

Calorifères à air chaud. — Les calorifères que l'on emploie pour le chauffage intérieur ou extérieur sont, avons-nous déjà vu, 1° *à eau chaude*, 2° *à vapeur*, 3° et enfin *à air chaud*. Par ces trois systèmes d'appareils, on peut sensiblement obtenir le même effet de la même quantité de combustible, lorsque les surfaces de chauffage ont des dimensions suffisantes. Les calorifères à vapeur

(que nous venons d'étudier) ont sur les calorifères à air chaud (sur lesquels nous allons donner quelques détails) l'avantage d'être à une température sensiblement constante dans toute leur étendue, et de ne jamais chauffer l'air qu'à une température inférieure à 100°. Cette propriété les fait préférer maintenant, dans presque toutes les circonstances, aux calorifères à air chaud.

Les calorifères à eau chaude (dont nous avons parlé avant l'étude des calorifères à vapeur) sont plus compliqués que les autres, ils exigent plus de surface. Comme il est rare dans quelques circonstances d'avoir des tuyaux échauffés au-dessous de 100°, cela est assez important pour les faire alors préférer aux calorifères à air chaud ou à vapeur.

Ces considérations posées, abordons l'étude des *calorifères à air.* On sait que la chaleur spécifique de l'air, à poids égal, équivaut au quart de celle de l'eau, et le poids spécifique de celle-ci étant à celui de l'air comme 1000 est à 1,30, on voit que la chaleur spécifique de l'air est moindre que celle de l'eau, dans la proportion de 0,325 à 1000, c'est-à-dire moindre que $\frac{1}{3000}$; il faut donc un très grand volume d'air pour qu'il serve de véhicule à la chaleur, et échauffe différens corps à une température donnée : il faudra donc un courant d'air brûlé assez considérable dans l'intérieur des conduits qui doivent transporter la chaleur et une grande masse chauffante, en

supposant même que l'on employât un métal bon conducteur, tel que le cuivre.

Dans un calorifère présentant une surface de 1 mètre carré en cuivre de 2 millimètres d'épaisseur, on a brûlé 6 kilogrammes de charbon pour échauffer de 50 degrés, 179 mètres cubes d'air, ou 232k,7; la chaleur passée dans l'intérieur de la chambre était donc de 232, 7 + 50 = 2,908 unités; mais la chaleur dégagée par le combustible était 6 + 7,050 unités, ou 42,300 unités; donc, dans cette expérience, on n'avait utilisé que $\frac{2,908}{42,300}$ ou 0,6875 de l'effet théorique.

On peut obtenir de meilleurs résultats en pratique, en multipliant les surfaces échauffantes, et utiliser, par ce moyen, les 0,9 de la chaleur dégagée; mais il faut, pour cela, que les produits de la combustion soient au-dessous de 100° lorsqu'ils sortent; et l'on n'y parvient facilement qu'en n'élevant pas la température du milieu que l'on veut échauffer de plus de 25 à 30°. Lorsqu'il est utile de renouveler l'air, en même temps qu'on l'échauffe constamment, comme pour les salles de spectacle, les ateliers, les séchoirs, etc., on ferait bien de disposer les choses de manière à ce que l'air extérieur s'introduisît en passant d'abord sur les surfaces des tuyaux qui portent au dehors les produits de la combustion, en sorte que l'air le plus froid, en contact avec les surfaces qui enveloppent la fumée, pût la dépouiller de la chaleur avec d'autant plus d'énergie

que la différence de température est plus forte; cet air s'échauffe ensuite graduellement de plus en plus, en approchant davantage du foyer de la combustion près duquel il entre dans l'espace qu'il doit échauffer. La plupart des poêles et les cheminées de Désarnod même, sont suceptibles de produire autant d'effet que les meilleurs calorifères, à l'aide de dispositions fort simples.

Les calorifères des grands établissemens, ordinairement composés de tuyaux cylindriques en fonte, scellés dans un fourneau en briques, sont placés dans une cave co nstruite à cet effet. Leur construction varie beaucoup, mais ils consistent toujours en un appareil dans lequel le feu et le courant d'air brûlé sont en contact avec des conduits renfermant de l'air qui s'échauffe et qui se répand ensuite dans les salles que l'on veut chauffer. Pour obtenir un bon résultat, il faut multiplier, autant que possible, les surfaces en contact avec la chaleur du foyer, et que la masse d'air qui passe dans les conduits soit suffisante pour établir une circulation d'air dans les salles, de manière à fournir par heure 16 mètres cubes pour chaque individu.

En général, les calorifères n'étant pas destinés à échauffer le lieu où ils sont établis (ce lieu étant ordinairement un caveau ou un endroit plus bas que les pièces à échauffer, parce que c'est la chaleur qui doit déterminer le mouvement du courant d'air), ne doivent pas, comme les poêles,

être construits en matière bonne conductrice du calorique. Ainsi, on fera usage de briques, pierres, etc. ; et s'ils sont en métal, on devra les envelopper avec ces matières, afin de concentrer la chaleur dans l'intérieur de l'appareil.

Quant aux tuyaux, on préférera toujours le cuivre à la fonte, attendu que ce premier métal laisse traverser plus facilement la chaleur. On donne ordinairement aux tuyaux qui sont placés au-dessus du foyer, ainsi qu'aux trois premiers qui suivent immédiatement, 2 centimètres d'épaisseur lorsqu'ils sont en fonte, et 5 millimètres lorsqu'ils sont en cuivre, en raison de ce qu'ils doivent supporter une température plus élevée que les autres. Ces derniers peuvent être de 2 millimètres; mais on peut réduire à 1 1/2 millimètre, et même à 1 millimètre, ceux qui sont placés au dehors du fourneau, et qui portent l'air chaud dans les pièces que l'on veut échauffer.

Il y a plusieurs espèces de calorifères à air chaud: les principaux sont le *calorifère salubre* de M. Olivier, le *calorifère à circulation extérieure* de Désarnod, le *calorifère* de M. Wagenmann, et le *calorifère à circulation d'air chaud* de M. Meissner.

Les avantages du *calorifère de M. Olivier* sont d'utiliser une très grande partie du calorique développé par la combustion, sans odeur ni fumée; de laisser jouir entièrement de la vue du feu; de donner une chaleur sensiblement graduée, et qui

peut se conserver long-temps dans l'appartement; de pouvoir arrêter le feu tout-à-coup, en cas d'incendie, en fermant les registres; de pouvoir faire chauffer un volume de dix à douze seaux d'eau, à l'aide d'une chaudière placée au-dessus du foyer, qui se chauffe sans augmentation de combustible; de renvoyer dans l'appartement la chaleur qui passe par des conducteurs placés derrière la glace de la cheminée, en employant des tissus métalliques; de supprimer les faîtes des tuyaux de cheminées, qui deviennent inutiles, puisque cet appareil est fumivore; de pouvoir préparer les alimens comme dans une cuisine, sans se priver de la vue du feu; et enfin de pouvoir chauffer les étages supérieurs aux dépens de celui qui est au-dessous.

Les tables et les colonnes du calorifère de M. Olivier sont en argile de toute espèce, émaillées en toute couleur, peintes et décorées comme la porcelaine, et même en porcelaine, pour remplacer les plaques en fonte des cœurs et contre-cœurs des cheminées. Il paraît que, d'après de nombreuses expériences, ce calorifère a donné plus de chaleur que l'appareil de M. Curaudeau et le foyer de Désarnod dit de *deuxième grandeur*.

M. Olivier a appliqué les principes de son appareil au chauffage des grands établissemens.

Le moyen employé pour élever la température des grands appartemens à l'aide de l'air chaud a l'avantage de mettre à l'abri de l'incendie, d'être économique et agréable; on peut, par des disposi-

tions convenables, porter très promptement le calorique dans la pièce où l'on en a besoin. La chaleur se répand uniformément et sans aucune mauvaise odeur. Il ne peut jamais y avoir de courant d'air froid : l'air est continuellement renouvelé, ce qui rend les appartemens très sains.

Le calorifère à circulation extérieure de Désarnod réunit toutes les avantages ci-dessus indiqués, et les expériences faites dans de grands établissemens ne laissent aucun doute sur son efficacité.

Le calorifère qui était placé dans le Cirque des frères Franconi, boulevart du Temple, élevait et maintenait la température à 15 et 18°, pendant 5 à 6 heures, dans une salle contenant 40,000 pieds cubes, avec la modique somme de 4 francs pour deux fourneaux.

Dans une expérience faite en présence des commissaires de la Société d'Encouragement, un calorifère semblable à celui du Cirque de MM. Franconi a élevé la chaleur d'une pièce contenant 8,700 pieds cubés d'air à 28° au-delà de la température qu'elle indiquait auparavant, et cela en 4 heures de temps et avec une dépense de 4 francs de combustible ; le lendemain, il y avait encore 13° de la chaleur produite.

Désarnod a construit plusieurs appareils qui diffèrent par leur forme suivant l'emploi auquel ils sont destinés et suivant qu'ils sont chauffés au bois

ou au charbon de terre; entre autres, il y en a un destiné pour la dessiccation des poudres et salpêtres.

Les *calorifères à air chaud de M. Wagenmann* sont formés de tuyaux de fonte qui circulent dans un espace clos par de la maçonnerie; ils livrent passage à l'air provenant de la combustion, et ils échauffent de l'air froid avec lequel ils sont constamment en contact. Les plus grands de ces calorifères présentent sept mouvemens de tuyaux dans des plans verticaux.

Le *calorifère à circulation d'air chaud de M. Meissner* est établi dans une petite chambre, *le réservoir de chaleur* et d'où l'air chaud se communique par des tuyaux aux pièces que l'on veut échauffer, tandis qu'on fait repasser dans le réservoir de chaleur l'air le plus froid qui occupe la partie inférieure de ces pièces, ce qui établit une circulation qui embrasse toute la masse d'air dont on veut élever la température. Cette circulation ne cesse qu'au moment où s'évanouit entièrement la différence de température dans toutes les couches d'air qui sont en communication près ou loin du foyer. A cet effet, le courant d'air chaud, plus léger, passe par des tuyaux qui partent des points les plus élevés du réservoir de chaleur, et débouchent à différentes hauteurs, dans la pièce à échauffer, suivant les circonstances; au contraire, l'air froid, plus pesant, s'écoule par des tuyaux qui commencent immédiatement près du sol des

pièces et se terminent aux points les plus bas du réservoir de chaleur.

On établit ce réservoir au rez-de-chaussée ou à la cave ; on peut aussi placer l'appareil dans un coin de la cuisine, ou bien dans une cheminée commune à plusieurs appartemens. Dans le premier cas, le calorifère communique avec les appartemens par de simples orifices percés dans les murs ; dans le second, la communication se fait par des tuyaux. Les orifices et les tuyaux sont pourvus de clapets, pour régler à volonté le courant d'air, le diminuer ou même l'intercepter instantanément ; lorsqu'on a besoin de renouveler l'air, il y a une communication entre l'atmosphère d'une part, et le réservoir de chaleur de l'autre; il y en a une pareille entre l'atmosphère et chaque pièce avec les mêmes moyens pour l'interrompre si l'on veut : ces appareils sont économiques, d'un service commode et occupent peu d'espace.

Des poêles. — Les poêles sont en tôle, en fonte de fer, en faïence ou en briques. Les poêles en métal ont l'inconvénient de s'échauffer rapidement et de se refroidir de même ; il faut que la combustion y soit lente et permanente. Ceux de maçonnerie et de faïence s'échauffent au contraire difficilement, mais une fois échauffés, ils cèdent lentement leur chaleur et entretiennent longtemps une douce température.

La forme cylindrique est celle qui est la plus avantageuse, parce que les parois des poêles sont

échauffés partout également. Sous le rapport de la durée, les poêles ronds l'emportent encore sur ceux de forme carrée, parce que dans ces derniers l'inégalité d'échauffement de leur surface peut en occasionner la rupture, ce qui se remarque généralement dans les poêles de faïence, tandis que ce désavantage n'a pas lieu dans le poêle rond, ou du moins d'une manière aussi sensible.

A dépense égale de combustible, il y a moins de perte de chaleur avec des poêles à parois minces, et les appartemens sont plus promptement échauffés. Avec des parois épaisses, il y a plus de perte de calorique, mais on a un réservoir de chaleur permanent qui se verse lentement dans l'appartement, de manière à y entretenir une température plus égale. Il suit donc de là que la première disposition convient aux pays froids, où cette sorte de poêle est en effet plus en usage, et que la seconde convient aux climats tempérés, et où l'économie est d'une moins grande importance.

La chaleur contenue dans le courant d'air brûlé est si considérable, qu'on peut doubler la chaleur que produirait un poêle de métal, en adaptant, à l'appareil, des tuyaux suffisamment longs, et la tripler si le poêle est en faïence. Ces tuyaux doivent être en métal très mince, pour que la chaleur passe plus promptement au travers de leurs parois.

Tout le monde connaît les *poêles simples*, et on sait que ceux de faïence consomment beaucoup de

combustible et chauffent peu, parce que la fumée est abondante à une trop haute température.

Les *poêles métalliques composés* sont peu employés, du moins pour le chauffage intérieur, parce qu'il est aussi avantageux et plus simple d'employer les surfaces de chauffe en tuyaux de fumée. Le poêle de Curaudeau appartient à cette espèce.

Les *poêles en terre cuite à circulation* peuvent se diviser en deux classes : ceux qui sont uniquement formés de terre cuite, et ceux qui renferment des surfaces métalliques. Les premiers sont rarement employés, parce que, pour produire le même effet que les autres, et pour utiliser aussi bien le combustible, ils doivent avoir de trop grandes masses, et parce qu'on ne peut pas employer sans inconvénient des tuyaux en terre.

On a d'abord employé des poêles en faïence garnis de plusieurs tuyaux extérieurs de cette matière, disposés parallèlement et dans lesquels circulait la fumée; mais ces appareils avaient l'inconvénient d'occuper un trop grand volume; en général, on leur préfère ceux qui ont intérieurement des canaux de circulation métalliques. On se propose dans ces derniers poêles de dépouiller en grande partie de sa chaleur l'air qui sort du foyer, et cela indépendamment des tuyaux de fumée extérieurs aux poêles, afin de rendre plus agréable l'aspect de ces appareils.

Dans les poêles en briques, la matière ayant une grande épaisseur, la surface intérieure doit être à

une température très élevée, par conséquent il n'est jamais avantageux d'y maintenir des feux languissans; il est toujours avantageux de les chauffer vivement. Ces poêles ont été modifiés de mille manières.

M. Thilorier avait imaginé de rendre les *poêles fumivores* en y établissant des foyers à flamme renversée et faisant passer la fumée sur une seconde grille où se trouvait seulement du charbon incandescent. Ces appareils n'ont point réussi, parce qu'il n'y a presque aucun avantage à brûler la fumée dans les poêles; d'ailleurs la complication de ces appareils et le peu de dimension de la surface de chauffe en rendent l'emploi désavantageux.

La disposition des *poêles à tuyaux de fumée cheminant sous le parquet* est assez fréquemment employée, parce que les tuyaux à fumée supérieurs sont en général d'un aspect peu agréable. Cette position des tuyaux exige nécessairement, pour déterminer le tirage au commencement, que l'on échauffe le canal ascendant, ou par la combustion d'une feuille de papier, ou par quelques charbons incandescens.

Les poêles ainsi disposés présentent moins de surface de chauffe que ceux dont les tuyaux à fumée traversent l'appartement; par conséquent ils produisent moins d'effet : cependant on peut employer ce mode d'évacuation pour produire une ventilation d'air chaud aux dépens de la chaleur de la fumée.

Les *poêles des séchoirs ou des étuves* sont toujours en métal ; ordinairement ils sont simples, avec de longs tuyaux à fumée qui circulent dans l'étuve. Souvent il est utile de pouvoir alimenter le poêle sans entrer dans l'étuve. Alors on fait communiquer l'ouverture du foyer et celle du cendrier avec des ouvertures correspondantes pratiquées dans le mur du séchoir.

Il est avantageux, pour les séchoirs, d'échauffer l'air d'alimentation. Pour cela, la manière la plus simple consiste à environner le poêle d'une enveloppe ouverte supérieurement, et dont la partie inférieure puisse communiquer à volonté ou avec l'air extérieur, quand on veut renouveler l'air du séchoir, ou avec l'air intérieur, quand on veut en augmenter la température sans la changer.

Nous finirons ces renseignemens sur les poêles, en rappelant que ces calorifères présentent le grave inconvénient de chauffer la partie supérieure d'un appartement plutôt que la partie inférieure ; et c'est là, on le sait, la cause de quelques maladies cérébrales : aussi les calorifères, soit à vapeur, soit à eau chaude, soit à air chaud, leur doivent être préférés, quand il y a possibilité.

Application des divers systèmes de chauffage ci-dessus décrits. — Une des applications les plus importantes des calorifères par circulation de l'eau est sans contredit le chauffage des serres. L'expérience a appris qu'il n'y a point de meilleure méthode pour entretenir la température dans un

état constant, ce qui ne peut se réaliser à l'aide des calorifères à vapeur et encore moins des calorifères à air. En effet, si l'on admet que l'ouvrier chargé du calorifère à eau oublie d'entretenir le feu, la température de la serre ne variera pas pendant plusieurs heures, attendu que l'eau conserve long-temps sa chaleur, et que la plus chaude, comme nous l'avons déjà vu, occupe les tubes supérieurs. Il n'en serait pas de même si le chauffeur négligeait d'entretenir les générateurs à vapeur; la vapeur d'eau, ne se produisant plus, cesserait de se rendre dans les tubes distributeurs, et une grande différence dans la température de la serre se manifesterait aussitôt. On conçoit quelles précautions on doit prendre pour maintenir, au milieu d'une température constamment chaude, des plantes équatoriales, et les accidens nombreux auxquels on s'expose pour peu qu'elle se trouve un moment dérangée. Il n'est pas rare, dans les serres chauffées par des poêles ou à la vapeur, de trouver des plantes à qui il n'a fallu que l'espace d'une nuit pour *geler;* jamais ces accidens ne sont à craindre avec les calorifères d'eau.

Dans les serres chauffées par ce procédé, on fait passer les tuyaux d'eau chaude sous les bâches ou caisses des plantes, de manière à entretenir la terre qu'elles contiennent à une température douce et favorable à la végétation, tout en laissant assez de jour pour ne pas nuire à l'infiltration de l'eau et au passage de l'air.

Dans les établissemens où l'on se sert de calorifères à eau, il faut avoir soin de ne pas laisser pleins les tuyaux distributeurs pendant le temps où l'on n'a pas besoin de se chauffer, à cause de la pression qu'elle fait alors supporter aux tubes inutilement, et afin que le froid ne vienne à faire geler l'eau dans les tubes, ce qui en occasionnerait la rupture en plusieurs endroits; ce liquide éprouvant une dilatation instantanée à 0°.

M. Séguier a imaginé de faire servir l'eau chaude au chauffage des générateurs à vapeur, en se servant de tubes creux remplis d'eau pour former la grille de la chaudière. A l'aide de plusieurs retours sur eux-mêmes, ces tuyaux en fer se trouvent disposés de manière à profiter le plus possible de la chaleur du foyer et à en transmettre autant à l'eau du générateur. Cette ingénieuse application de la circulation de l'eau a obtenu les résultats les plus satisfaisans. Les explosions ne sont plus aussi dangereuses, et celles que l'on a, à dessein, tentées, n'ont produit que des ruptures de tubes, suivies d'une émission rapide de vapeur, mais non assez dangereuses pour causer des accidens.

Mouvemens de l'air occasionnés par la chaleur. — Quand on élève la température de l'air, il se dilate et devient par conséquent moins pesant sous le même volume. On sait que toutes les fois qu'un corps est plongé dans un fluide, liquide ou gazeux, il tend à descendre avec une force égale au poids du fluide déplacé : par conséquent, lorsque,

par une cause quelconque, une partie de l'air se trouve échauffée, elle tend à s'élever avec une force égale à la différence entre le poids du volume d'air froid, dont elle occupe la place, et son propre poids. Si l'air est libre, l'air environnant le refroidira continuellement ; la résistance qu'il éprouvera le divisera, et bientôt il sera refroidi et disséminé ; c'est ce qui arrive à l'air qui sort des cheminées. (Péclet.)

C'est encore sur ce principe que repose l'emploi de l'*anémomètre*, pour connaître la quantité de calorique émise par un calorifère, celle donnée par le combustible, la quantité d'air échauffé, etc. (1).

(1) L'anémomètre, ou anémoscope, est un instrument destiné à mesurer la force du vent. Quelques physiciens veulent qu'on donne le nom d'*anémomètre* ou *anémoscope* à tout appareil destiné à indiquer les propriétés de l'air, telles que sa pesanteur, sa direction, sa température, la vapeur d'eau qui y est répandue, etc.; mais ces dénominations ne peuvent visiblement appartenir qu'à l'*instrument qui mesure la vitesse du vent*. Chacune des propriétés que nous venons d'énoncer est manifestée par un instrument spécial (baromètre, girouette, thermomètre et hygromètre). Voilà comment s'exprime M. Francœur à propos de l'anémomètre; aussi croyons-nous inutile d'insister sur la découverte de cet instrument, sur son emploi pour l'objet qui nous occupe, outre qu'il nous paraît peu propre à donner des résultats aussi exacts qu'on pourrait s'y attendre.

ONZIÈME ET DOUZIÈME LEÇONS.

APPLICATIONS DE LA CHALEUR.

(SUITE.)

Dessiccation (dessiccation dans les étuves, mécanique, ventilation, etc.). — Utilisation des gaz perdus dans les hauts-fourneaux. — Oxide de carbone. — Sur la cause des explosions arrivées dans plusieurs hauts-fourneaux du département des Ardennes. — Fourneaux à puddler le fer. — Application des gaz des gueulards au puddlage du fer. — Forges de Traveray. — Emploi de l'air chaud.

Tout l'art de sécher se réduit à employer la quantité de chaleur nécessaire pour convertir en vapeur l'humidité d'un corps. On a donc à rechercher comment cela peut se faire avec le moindre degré d'attention et la plus petite dépense de combustible possible, et en évitant aussi, autant que faire se peut, un appareil coûteux et l'emploi de bâtimens spacieux. L'application directe d'une haute température suffit pour convertir en vapeur toute l'humidité de quelque objet que ce puisse être, dont le tissu est mince et léger, et lorsqu'on veut sécher très vite, c'est le meilleur moyen qu'on puisse employer; mais il n'en est pas de

même pour les étoffes d'un tissu serré et très épais. La même observation s'applique aux corps en poudre ou en grain, qu'on veut sécher; ces derniers doivent être en parties peu considérables, par couches très minces et tenus en mouvement quand on les sèche par l'application directe de la chaleur. Nous avons vu, dans les essais des engrais, que la dessiccation peut être aidée en opérant dans le vide; mais cette application ne saurait être d'une grande importance, puisqu'on ne peut la faire que pour des objets de petit volume. L'affinité de l'air pour l'humidité donne encore un autre principe de l'art de sécher (1). Cette affinité est bien plus forte quand l'air est échauffé, parce qu'il produit alors un effet équivalent à la dessiccation de la pression atmosphérique.

(1) Lorsqu'on veut se rendre compte de l'état hygrométrique de l'air d'une salle à chauffer, d'un séchoir, d'une étuve, etc., on peut se servir de l'appareil suivant; il donne des résultats beaucoup plus sûrs et plus exacts que l'hygromètre ordinaire. On prend un flacon de 4 à 5 litres, muni à sa partie inférieure d'un ajutage à robinet; on le remplit d'eau exactement, et l'on adapte au goulot un bouchon qui donne passage à un tube mis en communication avec un ou deux tubes à boules, et à un ou deux tubes en U. Le dernier de ces tubes reste ouvert, et est en communication directe avec l'air. Dans un des tubes en U se trouve du chlorure de calcium parfaitement sec; dans le second, de l'amiante imbibée d'acide sulfurique concentré. On connaît le poids de chacun de ces tubes. Dans les tubes à boules, on peut mettre une quantité connue de solution de potasse caustique et d'acétate de plomb, si l'on désire connaître aussi la quantité d'acide carbonique et d'acide sulfhydrique contenue dans l'air

Mais quoique l'air ait de l'affinité pour l'humidité, il ne peut l'absorber que dans l'état de vapeur, et par conséquent il faudra encore autant de chaleur qu'en exige le changement en vapeur de toute l'eau que contient le corps à sécher, indépendamment de celle qui est nécessaire pour chauffer l'air, le principal effet de l'affinité de l'air étant de rendre plus prompte l'opération de sécher. Il est évident que l'air agit avec la plus grande force; et, comme l'air froid exige pour être sa-

à examiner, et qui peut influer sur la dessiccation. Pour examiner l'air d'une étuve, on y porte cet appareil, et l'on ouvre le robinet ajusté au flacon; immédiatement, l'air qui a un libre accès dans le tube qui termine l'appareil, s'y introduit en faisant pression sur le liquide contenu dans le flacon et en détermine l'écoulement. En passant à travers le chlorure de calcium et l'amiante imbibée d'acide sulfurique, l'air se dépouille de toute son humidité, et lorsque le flacon est vide, on referme le robinet, et l'on pèse les tubes en U. Ils donnent alors très exactement la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'étuve en faisant un calcul fort simple, puis qu'on opérait sur 4 ou 5 litres, et qu'on peut savoir par la grandeur de l'étuve ce qu'elle contient en mètres cubes, et facilement en litres d'air atmosphérique, etc. L'air extérieur étant très fréquemment humide, lorsque cela a lieu, celui qui est chargé du soin d'une étuve ne doit y laisser entrer cet air qu'avec ménagement; il doit aussi tenir la température plus élevée, s'il ne veut pas faire une trop forte consommation de combustible; car, quel que soit l'état de l'air qu'on introduit, il enlève de la chaleur à proportion de sa qualité, et s'il est d'avance saturé d'humidité, il enlève moins d'eau aux objets qui sèchent. Mais en élevant sa température, on lui donne le pouvoir d'enlever une plus grande quantité d'humidité, et cela avec une moindre dépense de chaleur.

turé moins d'humidité que l'air chaud, il doit arriver souvent que l'air froid se trouvera très sec, et qu'il aura un effet très avantageux dans une chambre à sécher. Dans les temps de gelée, il est très aisé aux blanchisseuses de faire sécher le linge en l'étendant humide sur des cordes en plein air, l'eau dont il est imprégné se trouvant presque aussitôt solidifiée par l'air, et dans un état de division très grande, s'en échappe facilement et en peu de temps. Dans le Nord, on fait sécher des betteraves en les coupant en rondelles minces qu'on expose à l'action de la gelée; enfin chacun sait que dans les temps de longue gelée, la boue se convertit bientôt en poussière comme au milieu des chaleurs de l'été.

L'affinité de l'air aide d'une manière fort avantageuse les opérations pour sécher les étoffes d'un tissu épais et serré, les bois, etc.

Lorsqu'on veut sécher une matière quelconque, on doit lui faire offrir le plus de surface possible à l'action de l'air; si c'est une matière pulvérulente, on la divisera en couches minces sur des tablettes, une étoffe sera suspendue de manière à ce que ses surfaces supérieures et inférieures soient également soumises à la sécheresse.

Le poids de l'eau absorbée par différens corps est très différent. M. Tredgold a fait des essais sur le papier, la soie, la toile fine, la toile à voiles, le calicot et la flanelle. Il avait soin, avant de peser les différens articles mouillés, de les faire tordre,

comme cela se pratique par les blanchisseuses. Voici à peu près les résultats obtenus :

	Poids sec.	Poids mouillé.	Poids de l'eau absorbée.
Flanelle.......	1	3	2
Calicot........	1	2 1/8	1 1/8
Soie..........	1	1 29/30	29/30
Toile de lin....	1	1 3/4	3/4
Toile à voiles...	1	1 3/4	3/4
Papier........	1	1 2/7	2/7
Papier à dessiner	1	1 12/55	12/50

Or, pour que des poids égaux de ces différentes sortes d'objets pussent être séchés dans des temps égaux, la force de la chaleur devait être capable d'enlever deux livres de vapeur, tandis que celle pour sécher le calicot n'avait besoin que d'être suffisante pour en enlever une livre, et celle pour la toile de lin, pour en enlever trois-quarts de livre. Quand la force de la chaleur est la même pour chaque espèce, les temps pour sécher sont dans un rapport beaucoup moins simple.

La vapeur peut être employée comme moyen de sécher dans divers cas, pour sécher les grains, la drèche, le houblon, le papier, la poudre à canon, le sucre, etc. La vapeur pourrait être employée avec un grand avantage à sécher le blé, lorsque la moisson a été humide. On pourrait, pour cela faire, se servir de l'emplacement d'un four à drèche, muni d'un appareil à vapeur.

Enfin, des ventilateurs analogues à ceux dont nous avons parlé pour l'accélération du tirage dans les cheminées, peuvent très bien s'appliquer aux

séchoirs. On peut aussi se servir de l'air chaud perdu, provenant de quelque fabrication (voyez *hauts-fourneaux*). Et, dans tous les cas, la dessiccation mécanique peut, dans plusieurs circonstances, présenter une économie importante.

Utilisation des gaz perdus dans les hauts-fourneaux. — Le minerai de fer le plus abondant dans la nature, et celui qui sert à l'extraction de ce métal, est un oxide presque toujours uni à d'autres oxides, tels que la silice, l'alumine et la chaux. Nous décrirons succinctement les diverses opérations qu'on fait subir à la mine pour en extraire le métal, afin de donner à nos lecteurs une idée de cette industrie, et pour faciliter l'intelligence des faits que nous exposerons à la suite.

Le minerai est soumis à des opérations mécaniques préliminaires, qui ont pour but de le débarrasser des terres argileuses ou calcaires qui l'enveloppent, ou de le diviser et de le séparer par une calcination à l'air des particules de soufre et d'arsenic qu'il peut contenir. La première opération s'appelle *bocardage;* elle se fait en lavant le minerai sous un courant d'eau; la seconde s'exécute en plaçant la mine concassée avec du bois ou de la houille dans des fours particuliers. Elle porte le nom de *grillage*.

Après ces opérations, on procède à la réduction de la mine, en la mettant en contact avec du charbon à une température très élevée dans des fourneaux particuliers, désignés à cause de leur dimen-

sion sous le nom de hauts-fourneaux. Ils sont d'une hauteur moyenne de 25 à 30 pieds, et représentent à peu près deux cônes tronqués et creux, appliqués par leur base. La partie inférieure de ces fourneaux offre une cavité particulière, désignée sous le nom de creuset; c'est dans cette partie que viennent se rendre les produits de la fusion. Au-dessus de celle-ci existent trois ouvertures : deux latérales, qui portent les tuyaux de forts soufflets ou de pompes soufflantes, sont destinées à entretenir un courant d'air continu; la troisième, située à la naissance du creuset, a pour objet de donner écoulement au laitier qui a été produit. On remplit d'abord de charbon de bois, de bois torréfié (charbon roux) ou de coke, le fourneau, et lorsque sa température est très élevée, on jette par la partie supérieure, alternativement de la mine et du charbon, de manière à entretenir le fourneau toujours plein, ainsi qu'une certaine quantité d'argile ou de terre calcaire pour faciliter la fusion des substances étrangères contenues dans la mine. La nature de ce fondant varie suivant la nature de la mine; lorsqu'elle est très siliceuse ou alumineuse, on ajoute du carbonate de chaux, qui porte en terme d'art le nom de *castine*, et de la terre argileuse, connue sous le nom d'*erbue*, lorsque la terre calcaire domine dans le minerai.

L'oxide de fer est réduit par le carbone, tandis que la silice, l'alumine, la chaux, irréductibles par ce corps combustible, s'unissent pour former

un verre plus ou moins coloré, connu sous le nom le *laitier*. A mesure que le fer est ramené à l'état métallique, il se combine avec une certaine quantité de carbone, fondu en se convertissant en fonte, qui se rend avec le laitier dans le creuset. La séparation de ces deux substances ne tarde pas à s'opérer par la différence de densité, et lorsque le creuset est rempli de fonte, le laitier qui la recouvre continuellement et la préserve de l'action de l'air s'écoule par une ouverture pratiquée au bord du creuset. Après cette époque, on débouche avec un ringard un trou fait au fond du creuset, et qu'on tient bouché avec de l'argile, et aussitôt la fonte coule en flots de feu et se rend dans des sillons creusés dans la terre et enduits de sable. En se refroidissant dans ces sillons elle se moule et acquiert cette forme triangulaire qui distingue la fonte ainsi coulée, qu'on connaît dans les arts sous le nom de *gueuse*.

Cette fonte est un composé de fer, de carbone, de silicium, de phosphore, de soufre et de manganèse; c'est avec celle-ci qu'on obtient le fer, en le soumettant à une opération secondaire qui porte le nom d'*affinage de la fonte*. Le but de cette opération est de brûler la plupart des substances étrangères au fer, en exposant la fonte en fusion à un courant d'air.

L'affinage de la fonte se fait aujourd'hui avec de la houille, et dans des espèces de fourneaux à réverbère, appelés *fourneaux à puddler* (sur les-

quels nous aurons quelques mots à ajouter). Ces fourneaux présentent une voûte surbaissée, construite en briques réfractaires, au-dessous de laquelle se trouve une cavité recouverte d'une plaque de fonte et de sable infusible. Le foyer est placé à l'une des extrémités, et séparé de la cavité par un petit mur en briques; une longue cheminée pyramidale se trouve à l'extrémité opposée, et détermine un courant d'air rapide qu'on peut diminuer ou augmenter par un registre en fer, placé à la partie supérieure, et qu'on ouvre plus ou moins à volonté.

D'après la description que nous venons de donner de l'extraction du fer, on peut se faire une idée de la quantité énorme de calorique produit, et partant de calorique perdu. Aussi a-t-on dû chercher à utiliser les gaz perdus de cette vive décomposition, et à les appliquer à divers chauffages et notamment à faire marcher les générateurs chargés d'alimenter la machine à vapeur qui met en action les soufflets des hauts-fourneaux; cette chaleur perdue a été de plus utilisée à chauffer l'air dont on se sert pour accélerer la combustion (1).

(1) C'est ici le lieu d'indiquer l'emploi des *ventilateurs*, sorte de tamis à air, mus par une machine à vapeur, ou, plus rarement, par un manége, dont on se sert aujourd'hui avec les plus grands avantages pour faire arriver dans le cendrier des fourneaux une masse d'air assez considérable pour brûler la presque totalité du carbone, dont une grande partie, dans les cheminées ordinaires, s'échappe à l'état très divisé, et forme cette fumée noire qui est une perte évidente

Une chose digne de remarque, c'est que le gaz qui se perd en plus grande quantité dans les hauts-fourneaux, est précisément celui qui est le plus utile à la désoxidation du minerai, nous voulons parler de l'oxide de carbone. Pendant long-temps on a attribué la décomposition du minerai de fer, à la combinaison du carbone avec l'oxigène de l'oxide; mais M. Leplay, ingénieur en chef des mines, a prouvé que la réduction de l'oxide de fer était due à l'oxide de carbone formé pendant la combustion, et formé en quantité d'autant plus grande que les tuyaux envoient constamment dans le haut-fourneau de l'air atmosphérique (1).

Parmi les applications des gaz perdus des hauts-

pour les manufacturiers, et un inconvénient souvent grave pour le voisinage. Nous avons été à même d'observer sur le fourneau d'un générateur à vapeur tout l'avantage de ces ventilateurs. Les cheminées n'ont plus besoin d'être aussi hautes, parce que le tirage est accéléré d'une manière prodigieuse par le tarare à air, et parce qu'il ne s'échappe que des gaz incombustibles dont la perte dans l'air est inappréciable.

(1) Il résulte du travail important de M. Leplay : 1° que la cémentation des corps oxidés, sous l'influence du carbone, n'a été inexplicable jusqu'à présent que parce qu'on n'avait pas remarqué qu'il y avait dans ce phénomène présence nécessaire de réactifs gazeux. Ce sont ces derniers qui produisent les résultats complexes attribués à tort au carbone solide. L'explication de tous les faits observés se déduit naturellement des propriétés que manifestent les deux composés oxidés du carbone mis en présence du carbone, de l'oxigène, des corps oxidés et de leurs radicaux. Des expériences directes prouvent que l'oxide de carbone réduit tous les corps

fourneaux, nous devrons d'abord citer les séchoirs du bois et des fours à charbon de bois roux employés au traitement du minerai. Le charbon de bois roux est à proprement parler du bois peu carbonisé et simplement torréfié : ce combstible présente une très grande économie, attendu qu'il renferme plus de matières combustibles que le bois

oxidés, signalés jusqu'à présent comme réductibles par cémentation, etc. (*Ann. des Mines*, t. XIX, 376.)

Lorsque le carbone est mis en contact avec l'oxigène ou l'air atmosphérique, à une température élevée, l'oxigène est absorbé avec un dégagement de chaleur et de lumière, et il se forme de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone. Celui-ci se produit lorsque la température est aussi élevée que possible, et le carbone est en excès par rapport à l'oxigène; lorsque, par exemple, le charbon brûle en grande masse dans un fourneau où la chaleur s'élève beaucoup, et où le courant d'air est trop faible relativement au volume de combustible, le résultat de la combustion consiste alors principalement en gaz oxide de carbone, qui produit une flamme bleue, visible au haut du fourneau de la cheminée. — L'oxide de carbone est sans odeur ni saveur, irrespirable; au contact de l'air, il brûle avec une belle flamme bleue, absorbe de l'oxigène et se convertit en acide carbonique. En enflammant un mélange d'oxide de carbone et d'oxigène, les deux gaz s'unissent avec dégagement de chaleur et de lumière et une détonnation ; il se produit encore de l'acide carbonique. — On le prépare en traitant le sel d'oseille (quadroxalate de potasse = acide oxalique (1 atome d'oxide de carbone et 1 at. d'acide carbonique) + oxide de potassium) par l'acide sulfurique, et en chauffant légèrement. — L'oxide de carbone a été découvert par Priestley; mais il n'y a qu'une trentaine d'années que sa véritable nature et sa composition ont été bien reconnues par Clément Desormes et par un chimiste anglais, Cruikshank.

sous le même volume, puisqu'il est desséché, et plus que le charbon ordinaire, puisqu'il n'a pas perdu par une longue carbonisation près des deux tiers de ses principes combustibles. Il a de plus l'avantage de fournir pendant la combustion du gaz oxide de carbone en grande abondance, gaz qui, comme nous l'avons vu, est le réducteur par excellence du minerai. Mais ces avantages se trouvent en partie détruits par un inconvénient grave que viennent de signaler, il y a quelque temps, des accidens arrivés dans des hauts-fourneaux du département des Ardennes. Nous croyons utile, pour nos lecteurs, de citer les recherches de M. Sauvage, ingénieur en chef au corps des Mines, sur cet important sujet.

Après avoir relaté avec détails les explosions arrivées dans les hauts-fourneaux de la commune de Fade, arrondissement de Mézières, M. Sauvage développe de la manière suivante son opinion sur la cause à laquelle doivent être attribués ces sinistres.

Je suis porté à croire que la cause principale de ces graves accidens réside dans l'usage du bois torréfié. Les explosions ont eu lieu, en effet, pendant une allure irrégulière des fourneaux, et toutes ont été précédées de chutes de mine et de descentes brusques dans les charges. Dans ces circonstances, une grande quantité de combustible peut et doit même arriver dans l'ouvrage, au point où la température est la plus élevée, avant d'être complète-

ment carbonisé. Il peut même arriver presque cru; là, il est soumis brusquement à un degré de chaleur considérable; sa décomposition s'opère rapidement; de grandes quantités de gaz inflammables se développent dans un temps fort court. Ce gaz peut s'accumuler dans les vides qui se forment au milieu des matières qui remplissent le fourneau, vides qui existent incontestablement au moment où la marche est irrégulière, où les chutes sont fréquentes. Il se trouve à peu de distance au-dessus de la tuyère, quelquefois même devant elle à une température fort élevée; il est en même temps comprimé par le poids des matières qui descendent. On conçoit alors qu'il se combine avec l'oxigène de l'atmosphère, puisqu'il existe dans une région de l'appareil où cet oxigène n'est point encore épuisé; de là explosion, force expansive, projection des matières hors du fourneau, soit par le gueulard, soit par la tympe, suivant que la résistance est plus grande d'un côté que de l'autre.

Cette explication est la première qui se présente à l'esprit; cependant on ne peut se dissimuler qu'elle soit sujette à plusieurs objections graves. Par exemple, il est difficile d'admettre qu'une explosion puisse se faire autrement que par la combustion spontanée d'un mélange déjà formé d'oxigène et de gaz combustible; or, ce n'est évidemment pas le cas dans les fourneaux dont il s'agit. D'un autre côté, si cette explication est vraie, il semble que l'explosion doive être instantanée,

et au contraire, on a vu que les projections au gueulard pouvaient durer pendant plusieurs minutes. Les considérations suivantes rendent compte des phénomènes observés d'une manière plus satisfaisante. On admet, comme tout à l'heure, que le bois se trouve arrivé presque cru dans un espace très échauffé, et qu'il y soit emprisonné entre ces voûtes qui se forment fréquemment dans les hauts-fourneaux, surtout quand ceux-ci brûlent des minerais fusibles et en petits grains. La tension des gaz et des vapeurs qui se produisent par la distillation du bois, augmente progressivement, et il arrive un moment où elle est suffisante pour faire éclater comme une bombe la croûte des matières demi-fluides, demi-solides, qui lui font obstacle. Cette explication rend assez bien compte des circonstances qui accompagnent l'accident; on conçoit, en effet, comment les projections se font tantôt au gueulard, tantôt à la tympe, pourquoi l'explosion n'est pas instantanée, et pourquoi des détonnations successives se produisent. C'est l'effet qui a lieu dans un fusil à vent.

Quant à l'air chaud, il est évident qu'il ne peut avoir dans ces circonstances qu'un rôle indirect et tout-à-fait secondaire; car un appareil à air chaud qui ne fonctionnerait pas avec régularité, et qui donnerait des degrés de chaleur très variés au vent qui pénètre dans le fourneau, contribuerait même d'une manière puissante à amener de grands dérangemens dans la marche, à produire

des chutes de mine et des descentes brusques de bois non carbonisé, à faire naître ces agglomérations, ces enveloppes de matières pâteuses, et par suite à rendre plus imminentes ces productions de gaz, ces explosions.

En résumé, ces combustibles à flamme paraissent être la cause principale des accidens signalés plus haut, et cette opinion est confirmée par les expériences que l'on a faites pour opérer la fusion des minerais avec la houille crue. Il paraît que dans ces essais, des explosions et des projections de matière se produisaient fréquemment; on doit à ce sujet se rappeler que l'emploi du bois sec, ou peu torréfié, a rendu plus fréquentes les chutes de mine; c'est au moins ce que j'ai eu occasion d'observer dans les usines du département des Ardennes. Il est évident, en outre, que toutes les circonstances, de quelque nature qu'elles soient, qui tenuront à rendre irrégulière l'allure du fourneau, contribueront à faire naître ces accidens, et c'est de cette manière que l'air chaud, mal appliqué, pourrait agir dans beaucoup de cas.

La conséquence à déduire de ce qui précède n'est certes point qu'il faille renoncer à l'emploi du bois, et encore moins à celui de l'air chaud. Il faudrait alors renoncer à tout progrès dans l'industrie du fer. Autant vaudrait abandonner la navigation à vapeur parce que quelques chaudières ont fait explosion, défendre l'extraction de la houille parce que l'hydrogène proto-carboné

exerce dans les mines des ravages terribles. D'un autre côté, beaucoup de fourneaux fonctionnent avec une grande perfection au moyen du bois torréfié et de l'air chaud. Ce qu'il faut faire, puisque la cause du mal est dans la marche irrégulière de l'appareil de fusion, c'est de chercher à rendre cette marche plus uniforme, plus parfaite, et là il y a beaucoup à faire.

On doit apporter plus de soin qu'on ne le fait généralement dans la composition des charges du haut-fourneau; il faut introduire chaque fois la même quantité de combustible préparée d'une manière uniforme, des minerais d'une richesse, d'une fusibilité égales dans le même degré de sécheresse. La machine soufflante doit être parfaitement réglée; la même quantité de vent à la même pression, à la même température, doit être introduite à chaque instant, et il importe de faire quelque modification à tout appareil à air chaud qui ne produirait pas une température uniforme ou à peu près uniforme; il conviendra aussi, si l'on remarque que le bois simplement desséché est la cause de chutes fréquentes, de l'amener à un état de torréfaction plus avancé.

Nous avons déjà donné une idée de la construction des fours à puddler, aussi croyons-nous inutile d'y revenir. Aujourd'hui on est parvenu à se servir des gaz du gueulard pour le puddlage du fer, et nous ne pouvons mieux donner une idée des résultats obtenus par ce procédé, qu'en repré-

duisant un article récent du journal *l'Ancre*, sur le travail des forges de Traveray.

Le travail des forges de Traveray se continue maintenant sans interruption et est devenu aussi régulier par le gaz que par le puddlage à la houille. Ces usines viennent d'obtenir un nouveau succès dont les défenseurs des Allemands n'attribueront probablement pas l'honneur à ces derniers : c'est le puddlage aux gaz, sans mazéage ni autre opération, de *fontes obtenues au coke* qui ont été d'un travail aussi prompt et aussi facile que les meil- [illegible]ures fontes au bois.

Des fontes aux gaz viennent d'être essayées au [illegible]son ; elles ont produit, comme à Eurville, de [illegible] es barres et des barres d'une qualité moindre. [illegible]ion des maîtres de forges n'en est pas moins [illegible]orable au système, et sans les discussions [illegible]ccupent Messieurs de la grande société, [illegible] usines travailleraient maintenant au gaz, e[illegible] e maître de forges apporterait au perfec- [illegible]ement du nouveau système le fruit de ses [illegible]res et de son expérience. Déjà l'appareil [illegible]ur la prise des gaz est placé sur un des fourneaux d'Eurville, mais comme il faut l'autorisation de la société pour le faire fonctionner, nous ne le verrons aller que quand les arbitres auront décidé la question d'existence qui paraît s'agiter en ce moment.

Nous venons de parler de *perfectionnement du nouveau système* : on conçoit, en effet, qu'une théorie nouvelle et d'une aussi grande importance

ne peut être parfaite à son début. Combien d'années d'expériences sans résultats le puddlage n'a-t-il pas coûtées aux Anglais! et après les succès de ces derniers, n'avons-nous pas nous-mêmes passé quatre ou cinq ans à n'en retirer que de mauvais produits? *Puddler* n'a fait pendant long-temps que des scories : il n'en a pas été ainsi du coup d'essai de Traveray; dès le premier jour on a obtenu des fers de première qualité. Donc on pourra n'en pas obtenir d'autres, toutes les fois que les appareils adoptés seront convenablement disposés. De cela seul paraît dépendre l'uniformité des produits, selon plusieurs maîtres de forges qui nous en ont parlé sans exagération. Quand les gaz arrivent régulièrement, les massiaux sont parfaits, on espère même les amener bientôt à l'état d'acier; mais quand il y a des fuites de gaz, la moindre intermittence influe sur la qualité. De là ces différences observées à Eurville et au Buisson sur les massiaux *provenant des premiers trains*. Du reste, MM. Dandelarre et compagnie ont déjà obtenu un degré suffisant de régularité, pour les trains récens.



DOUZIÈME ET TREIZIÈME LEÇONS.

FABRICATION DU SUCRE DE FÉCULE (GLUCOSE) ET DE LA DEXTRINE.

Fabrication à feu nu et fabrication à la vapeur. — Compte de fabrication. — Propriétés et usages. — Dextrine. — Des divers degrés de désagrégation de la fécule. — Propriétés et applications de la dextrine. — Emploi de la dextrine dans les hôpitaux.

On désigne dans le commerce, sous le nom de *sucre* et de *sirop* de *fécule,* les produits de la conversion de la fécule par l'acide sulfurique.

Cette conversion de l'amidon en sucre a été d'abord observée par Kirchoff, chimiste russe. Cette opération autrefois fort longue se faisait en faisant bouillir 100 parties d'amidon, 400 parties d'eau de rivière, et 2 parties d'acide sulfurique. Le mélange prenait d'abord un aspect gélatineux et devenait par la suite plus fluide; on continuait de le faire bouillir pendant vingt-quatre à trente heures. On saturait par de la craie l'acide sulfurique, et la liqueur concentrée en consistance de sirop, cristal-

lisait en masse mamelonnée, tout-à-fait identique avec le sucre de raisin (1).

Aujourd'hui on suit à peu près le même procédé, mais on a apporté de grandes modifications, comme dans la durée de l'opération, la dose des matières et la manière de brasser le mélange pour aider la conversion, etc.

(1) La saveur douce que possèdent les raisins, la plupart des fruits acides, le miel, provient de cette espèce de sucre.

Le sucre de raisin est en outre un produit de transformation et de décomposition de plusieurs autres substances: ainsi, par exemple, le sucre de canne, l'amidon, la cellulose, le sucre de lait fournissent du sucre de raisin quand on les traite par des acides étendus. L'amidon en donne, d'après de Saussure, par la décomposition spontanée, et, d'après Kirchoff, par la réaction du gluten et de l'orge germée. Il se trouve tout formé dans l'urine des individus affectés de diabète mellitique.

D'après Brunner, 100 parties de fécule, en se combinant avec 4 atomes d'eau, produisent 104 à 106 parties de sucre cristallisé. Selon de Saussure, elles en donnent 110. On obtient, suivant Braconnot, de 100 parties de chiffons de linge, 114 parties de sucre, et même 115,70 part., comme l'indique Guérin.

D'après le calcul, 100 parties de fécule, en se combinant avec 4 atomes d'eau, devraient produire 122,03 parties de sucre de raisin cristallisé.

En comparant la composition de l'amidon, du sucre de lait, du ligneux et du sucre de canne à celle du sucre de raisin, on remarque facilement que toutes ces matières renferment la même proportion de carbone combiné à de l'oxigène et à de l'hydrogène dans le rapport des élémens de l'eau, ces derniers dans des proportions différentes; le sucre de raisin en renferme le plus. On obtient exactement la composition du sucre de raisin cristallisé en ajoutant 6 atomes

Le sucre de fécule peut se faire à feu nu dans une chaudière de plomb (voy. fig. 2), épaisse de 2 lig., de 5 pieds de diam. et 3 de profondeur, posé sur un disque bombé en fonte de fer de 12 à 15 lignes d'épaisseur et disposé au-dessus du foyer de manière à être également chauffé sur toute sa surface. Un couvercle en bois, solidement assemblé

d'eau aux élémens du ligneux, 4 atomes à l'amidon, 3 au sucre de canne, et 2 atomes au sucre de lait cristallisé.

Avant de passer à l'état de sucre de raisin, l'amidon se convertit en un corps gommeux, qui, par l'action de l'iode, prend une teinte rouge de vin. MM. Payen et Persoz lui ont donné le nom de *dextrine* (voyez plus bas), parce qu'il a la propriété de dévier à droite les rayons de lumière polarisée. M. Frémy a observé que dans la transformation de l'amidon en sucre de raisin, on obtient toujours une quantité variable de mannite.

Il paraît que la quantité de sucre de raisin, qu'on trouve dans l'urine des diabétiques, est en rapport direct avec les alimens amilacés, tels que le pain, que le malade a introduits dans l'estomac. Cependant, comme la gélatine animale, traitée par l'acide sulfurique, produit, d'après les expériences de Gerhard, du sucre fermentescible, on a tout lieu de soupçonner que certaines parties de l'économie peuvent également prendre part à cette saccharification.

Le sucre de raisin cristallise, d'une dissolution alcoolique, en tables carrées ou en cubes durs et transparens (de Saussure). Une dissolution aqueuse et concentrée se prend en une masse spongieuse, composée de petits grains cristallins. Souvent, lorsqu'on veut faire cristalliser de grandes quantités de sirop par trop concentré, il s'y dépose des masses hémisphériques, dures, composées d'aiguilles concentriques.

Le sucre de raisin est moins soluble et se dissout moins vite dans l'eau que le sucre de canne; pris à l'état de dissolution, il est plus sucré qu'à l'état sec. Il faut 2 1/2 partie

et doublé d'une feuille de cuivre rouge, est posé sur cette chaudière, offrant près de ses bords une ouverture de 12 à 15 pouces de diamètre et une autre plus petite de 6 pouces de diamètre, recouverte à volonté par un disque mobile en bois, doublé de cuivre; un râble en bois est introduit dans la chaudière par la grande ouverture. Ce râble sert à brasser le mélange d'eau, d'acide sulfurique et de fécule, pour empêcher qu'il ne se forme d'empâtement ou de dépôt qui vienne à se caraméliser sur quelque partie de la chaudière. Nous allons décrire le procédé suivi dans les petites fabriques où l'on opère à feu nu.

Les choses étant disposées comme nous venons

de sucre de raisin pour communiquer à un même volume d'eau le même degré de douceur que lui donne 1 partie de sucre de canne. Il est soluble dans 1 1/2 partie d'eau froide, et en toutes proportions dans l'eau bouillante; le sirop qu'il forme n'a pas la même consistance que celui du sucre de canne.

Les réactions que le sucre de raisin présente avec les acides et les alcalis le distinguent essentiellement du sucre de canne; tandis que l'acide sulfurique concentré charbonne le sucre de canne, et que l'acide étendu le convertit en une masse brune insoluble, le même corps dissout le sucre de raisin en se colorant légèrement en jaune ou en brun, et forme avec lui une combinaison qui n'est pas précipitée par les sels de baryte (acide sulfosaccharique). Les alcalis, au contraire, qui n'altèrent pas la couleur du sucre de canne, même par l'ébullition, pourvu que les dissolutions soient étendues, convertissent le sucre de raisin, à l'aide de la chaleur, en une matière brune ou brun noirâtre. Si l'on se sert de potasse caustique, tout le sucre de raisin est ainsi transformé.

de l'indiquer, on introduit dans la chaudière 1000 kilogrammes d'eau que l'on porte à l'ébullition; alors on y ajoute 10 kilogrammes d'acide sulfurique à 66°, préalablement étendu de 20 kilogrammes d'eau. Lorsqu'on verse l'acide sulfurique concentré dans l'eau, un échauffement plus ou moins considérable a lieu. Afin d'éviter qu'il soit trop brusque, on met dans deux seaux, ou dans un baquet, les 20 kilogrammes d'eau froide, puis on ajoute peu à peu l'acide, en agitant le liquide avec une spatule en bois. Lorsqu'ensuite on verse ce mélange dans la chaudière qui contient l'eau bouillante, il ne se produit plus d'effet sensible. Dans les grandes fabriques comme celle de M. Fouchard, où l'on opère sur 3000 kilogrammes de fécule sèche par jour, et où l'on se sert du chauffage à la vapeur, on fractionne la quantité d'acide sulfurique à employer pour la saccharification, afin d'éviter qu'il ne se fasse quelque décomposition lorsqu'on ajoute la fécule.

On agite pour répartir également l'acide dans toute la masse, puis on attend que l'ébullition se manifeste de nouveau; alors le feu étant en pleine activité, un homme saisit le râble en bois et commence à agiter toute la masse liquide, d'un mouvement circulaire. Un autre ouvrier ou un enfant ajoute par cuillerées d'environ un demi-kilogramme chaque, qu'il verse par le petit trou du couvercle, toute la fécule (400 kilogrammes), en ayant soin de ne pas trop se presser, afin que la

réaction s'opère à chaque addition, que l'ébullition ne cesse pas, et que le liquide n'acquerre pas une consistance d'empois même léger. Dans les grandes fabriques, on délaye la fécule dans l'eau, et l'on en fait une bouillie claire, qui marque de 16 à 17° degrés à l'aréomètre (1). Ce mélange d'eau et de fécule peut couler comme une solution dont on remplit un petit bassin situé au-dessus de la chaudière à saccharifier. Il tombe constamment en filet dans le mélange d'eau et d'acide, par un petit tuyau que l'on maintient froid en l'enveloppant d'un double tube dans lequel circule de l'eau; on évite ainsi que la bouillie de fécule se prenne en empois dans le tube et cesse de couler dans la chaudière. Cette disposition permet ainsi de régler l'opération et de rendre la saccharification plus méthodique et, partant, plus complète.

L'addition ainsi graduée, permet à l'eau acidulée d'agir en grande quantité sur une très petite proportion de fécule à la fois. La saccharification de chaque portion ajoutée s'opère en un instant,

(1) Il semble d'abord étrange de voir employer l'aréomètre pour connaître la densité d'un mélange de corps solide et d'eau, ce moyen est cependant fort commode et assez rationnel; on l'emploie pour connaître la densité du lait de chaux qui sert à la défécation du jus de betteraves, pour avoir le degré de liquidité de la terre argileuse employée au terrage du sucre : bien entendu qu'avant de plonger l'aréomètre dans le mélange, il faut bien l'agiter pour qu'il soit homogène, et qu'une partie de la matière solide ne soit pas précipitée.

et dès que la totalité est délayée dans la chaudière, l'opération est à peu près terminée. Autrefois, on mettait en même temps toute la fécule à saccharifier dans la chaudière, et l'opération durait 24 heures; en outre, il fallait ajouter de l'eau à mesure qu'elle s'évaporait. Afin d'éviter qu'une petite portion de fécule reste inattaquée et rendre le liquide visqueux, on soutient encore l'ébullition pendant 8 à 10 minutes; toute la masse doit être alors presque diaphane, très liquide : en en remplissant un verre à boire, on n'aperçoit plus aucune parcelle d'empois, ni la moindre apparence de viscosité. Alors on couvre la grille du foyer avec du charbon de terre bien mouillé, et on laisse la porte du foyer ouverte, afin que l'air froid du dehors, entraîné dans le courant où passaient les produits de la combustion, refroidisse un peu le fond et les parois de la chaudière. Dans les chaudières chauffées par la vapeur, il suffit de fermer le robinet du tube qui amène la vapeur, pour arrêter l'ébullition et laisser le mélange se refroidir. Dès que l'ébullition a cessé, on commence à jeter de la *craie* (carbonate de chaux) pour saturer l'acide. Il en faut à peu près 10 kilogrammes, c'est-à-dire autant que d'acide sulfurique employé; mais comme cette substance varie dans sa composition, surtout en raison de l'eau, de l'argile et de la silice qu'elle renferme, on ne peut fixer de dosage très certain, et il devient utile de reconnaître le degré de saturation à l'aide d'un papier coloré en bleu par la

teinture du tournesol, bien que la cessation d'effervescence, qui se produit au moment où le carbonate se décompose en laissant échapper son acide carbonique, soit un signe assez rigoureux. Dans tous les cas, comme il est bon d'ajouter un excès de chaux pour être assuré que tout l'acide est bien saturé, on pourra s'en convaincre à l'aide du papier bleu de tournesol, dès que celui-ci cessera d'être rougi par le liquide. On ne doit ajouter la craie qu'avec beaucoup de précaution et en très petite quantité à la fois, car l'effervescence qui a lieu par le dégagement de l'acide carbonique déplacé, pourrait faire monter en mousse une partie du liquide par dessus les bords de la chaudière. Après chaque addition d'environ 1/2 kilogr. de craie, on agite toute la masse et l'on attend quelques secondes que l'effervescence ait cessé, pour faire une nouvelle addition.

Lorsqu'on a reconnu que la saturation est complète, il faut séparer le sulfate de chaux non dissous; pour cela, on laisse déposer le liquide durant une demi-heure, et pendant ce temps on prépare les filtres. Autrefois on se contentait de faire passer le sirop à travers plusieurs toiles; cette simple filtration ne servait qu'à l'éclaircir, en séparant les matières qu'il tient en suspension; mais cela ne lui enlevait point sa couleur que la concentration augmente encore. Aujourd'hui on le fait passer sur des filtres chargés de noir animal en grains.

Ces filtres consistent en caisses de bois ou en

cuves de métal, dans l'intérieur desquels on place, les unes sur les autres, des plaques percées de trous et recouvertes d'une toile par dessus laquelle on applique une couche de noir en grains humecté d'eau, et ainsi de suite. Quand ces filtres sont ainsi chargés, on emplit un siphon en cuivre avec de l'eau, puis on le retourne dans la chaudière, et à l'aide d'un entonnoir à douille sur le côté et d'un tuyau placé sur le filtre, on y fait couler le sirop qui, en traversant les couches de noir, se débarrasse des matières qu'il tenait en suspension et d'une grande partie de sa matière colorante; des filtres, le sirop tombe dans des réservoirs, d'où il est repris pour être soumis à la concentration. Lorsque le siphon a fait écouler tout le liquide surnageant et atteint le dépôt, celui-ci s'engorge bientôt; on le retire alors; on enlève tout le dépôt au moyen d'une large cuillère, on le met dans des seaux, on le lave pour enlever tout le sirop qu'il peut retenir, et on le fait égoutter sur des filtres. Ces eaux de lavages servent dans une opération suivante. On a cherché à utiliser de diverses manières le sulfate de chaux qui constitue ce dépôt. Le meilleur parti qu'on en puisse tirer est de le faire servir en agriculture comme stimulant, notamment, comme nous l'avons déjà fait observer, pour les prairies artificielles.

Lorsqu'on a vidé la chaudière, on la rince avec un ou deux seaux d'eau, que l'on retire à l'aide de la cuillère et d'une grosse éponge, pour les jeter

encore sur le filtre. On remplit alors la chaudière d'eau à la hauteur accoutumée, on soulève la croûte du charbon mouillé qui couvrait le foyer, on ferme la porte, et bientôt le feu se rallume avec activité. Dès que l'eau est presque bouillante, on en puise dans un arrosoir pour verser en pluie sur le marc resté sur le filtre, et on remet de l'eau froide dans la chaudière. Si la cheminée de la chaudière est disposée de manière à passer sous un bassin en cuivre mince (pl. II), celui-ci entretient la température de l'eau que l'on y met à un degré assez élevé pour le lavage du dépôt resté sur le filtre; elle sert aussi à commencer une autre opération. La chaudière étant remplie de manière à contenir les 1000 kilogrammes d'eau environ, et celle-ci étant bouillante, on recommence une autre opération, qui se fait comme la première. On peut aisément achever cinq cuites dans les vingt-quatre heures, avec deux hommes qui se relèvent; en sorte que l'on emploie 2000 kilogrammes de fécule sèche. Dans la grande fabrique de M. Fouchard, il y a deux chaudières; ce qui permet de rendre l'opération continue, parce que, tandis que l'une est en repos, l'autre fonctionne, et ainsi de suite.

Le liquide filtré est porté en trois ou quatre fois dans une chaudière à bascule, où on le fait évaporer rapidement, jusqu'à ce qu'il soit réduit à peu près à la moitié de son volume; il doit alors marquer à l'aréomètre de Baumé 25 à 28°. On re-

met les cuites dans un réservoir pour faire une clarification dans une chaudière en plomb, on y porte tout le liquide à la température d'environ 80° centésimaux; on y ajoute du charbon animal en poudre très fine, le vingtième du poids de la fécule employée; on agite bien toute la masse pendant quelques minutes; on projette dedans du sang battu avec quinze parties d'eau; on suspend l'agitation, et dès que l'ébullition se manifeste vivement de nouveau, on tire tout le liquide dans un filtre formé par l'assemblage de plusieurs toiles superposées. Les premières parties du liquide filtré passent troubles; on les recueille dans un seau ou un puisoir, et on les renverse sur le filtre; on se hâte de recouvrir ce filtre, ou plutôt on l'a recouvert d'avance avec des tables en bois qui sont enveloppées de couvertures de laine, afin d'éviter un trop grand refroidissement, qui, rendant le sirop moins fluide, retarderait la filtration. Lorsqu'on emploie les filtres à noir animal, on n'a pas besoin de clarifier comme on le fait ici.

Lorsque le sirop est presque entièrement écoulé, et que le dépôt resté sur le ltre paraît à sec, on arrose celui-ci avec de l'eau chaude, afin d'en extraire le sucre qu'il retient. Il faut verser peu d'eau à la fois, et renouveler fréquemment cette addition, jusqu à ce que ce liquide filtré ne marque plus qu'un demi-degré à l'aréomètre. Alors on jette dehors la masse épuisée; on lave les toiles, que l'on remet en place pour une autre clarifica-

tion. Les eaux faibles du lavage du marc, depuis 4° jusqu'à un demi-degré, sont réservées pour commencer l'épuisement d'un autre dépôt. On ne les fait évaporer directement que lorsqu'on suspend les travaux, et que, par conséquent, il n'y a plus de marc à épuiser.

On peut préparer le sirop de fécule en employant celle-ci à l'état humide, telle qu'on l'obtient directement au fond des vases où elle se dépose. Il suffit pour cela de la délayer dans deux fois son volume d'eau environ, et d'éviter qu'elle se rassemble de nouveau en masse, en l'agitant continuellement à l'aide d'une spatule. On doit aussi avoir la précaution d'en verser assez peu dans le mélange bouillant d'eau et d'acide, pour ne pas laisser arrêter l'ébullition (1).

Suivant Théodore de Saussure, 100 parties de fécule sèche produisent 110,14 de sucre sec, et cela se conçoit, puisque le sucre de fécule, identique dans sa composition avec le sucre de raisin, renferme deux équivalens d'eau de plus que la fécule. En grand, on obtient de 100 parties de fécule sèche ou de 150 de fécule *verte*, 150 de sirop à

(1) On peut rendre la fabrication du sirop plus économique en traitant la pomme de terre, cuite et réduite en bouillie, de la même manière. Le sirop obtenu en suivant ce procédé contracte un goût désagréable, dû surtout à la réaction de la chaleur et de l'acide sur l'albumine végétale. On obtient des résultats semblables en substituant à la fécule la pulpe de pomme de terre. (*Maison Rustique du XIXe siècle.*)

30°, représentant environ 100 parties de sucre sec.

Dans cette opération, l'acide agit en liquéfiant l'amidon, et aidant, par sa présence, à l'hydratation qui la rend sucrée, sans subir lui-même d'altération. En effet, le premier résultat qu'on observe, même à froid, est la solubilité acquise par l'amidon sans changement de composition; le deuxième, qui s'effectue rapidement à 100°, est la conversion en sucre de raisin, et l'on retrouve la totalité de l'acide sulfurique dans le liquide. Le reste de l'opération est facile à concevoir. La craie que l'on ajoute, lorsque la saccharification est complète, cède à l'acide la chaux qu'elle contient. L'acide carbonique se dégage en produisant l'effervescence, et le sulfate de chaux formé est retenu, ainsi que l'excès. L'évaporation, en concentrant le sirop, précipite la plus grande partie du sulfate de chaux resté dans le liquide. Cette précipitation est favorisée par le charbon animal, qui enlève en même temps une partie de la matière colorante et du goût désagréable. Lorsqu'on n'a pas recours aux filtres chargés de noir, l'albumine étendue employée à la clarification, sert à agglomérer par la coagulation que la chaleur détermine toutes les parties les plus ténues du charbon animal et du sulfate de chaux, et les empêche ainsi d'obstruer le filtre ou de passer au travers de son tissu.

Lorsqu'on ne veut obtenir que du sirop de fécule, on le concentre jusqu'à 30° de l'aréomètre de Baumé (à 100° th. cent.); lorsqu'au contraire on

veut l'avoir cristallisé, on pousse la concentration jusqu'à 36° (à 100° th. cent.), et l'on décante le sirop dans des tonneaux peu profonds et percés de trous bouchés par des faussets ou chevilles en bois. Au bout de deux jours de refroidissement, le sucre est cristallisé, et en enlevant les chevilles, on fait écouler le sirop qui surnage les cristaux, et que l'on réserve soit pour une seconde opération, soit pour être vendu sous cet état, ce qui est préférable, attendu que ces sirops étant toujours colorés, contribuent à colorer tout le sucre qui sera obtenu dans une opération prochaine et s'opposent à sa complète décoloration. En général, il y a économie à vendre ces sortes de mélasses (1) aux fabricans de bière qui peuvent en faire, comme nous le verrons plus tard, un usage avantageux.

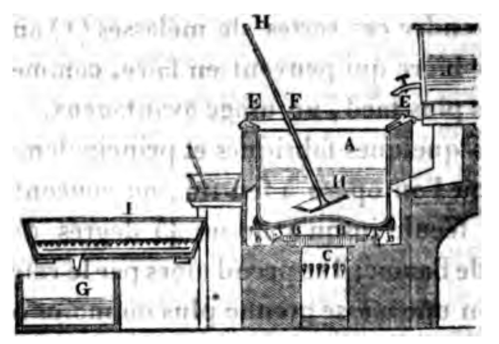
Dans quelques fabriques et principalement dans celles où l'on opère à feu nu, on concentre le sirop de fécule jusqu'à 40 ou 45 degrés de l'aréomètre de Baumé; il se prend alors par le refroidissement en une masse grenue plus ou moins blanche, compacte, sans forme cristalline régulière. Cette masse peut, en augmentant de volume au moment de sa solidification, briser les vases dans lesquels elle est contenue; mais pour éviter ces accidens, on se sert de vases en bois, doublés de cuivre étamé,

(1) Comme nous le verrons à l'article *Sucre de Betteraves*, on donne le nom de *mélasse* au sirop qui refuse de cristalliser, ou au *sucre incristallisable* qui s'égoutte des formes. On soumet les mélasses à une nouvelle concentration pour obtenir une nouvelle quantité de sucre cristallisé; ou bien on les emploie *directement pour* la préparation de l'alcool, etc.

assez évasés et peu profonds, puis on met égoutter et sécher le sucre dans une étuve.

M. Fouchard dessèche le sucre de fécule, en l'exposant d'abord par blocs plus ou moins gros, sur une aire en plâtre, comme cela se pratique pour la dessiccation de la fécule, puis en le soumettant au double effet d'une étuve et d'un ventilateur à air chaud. Depuis quelque temps, le sucre de fécule se vend en grains ou grabeaux de plusieurs grosseurs; on les obtient par le criblage dans des tamis à tissu plus ou moins serré.

Planche II.



Voici à peu près la disposition d'une petite fabrique de sirop de fécule à feu nu. A, chaudière en plomb (figure 6), de 5 pieds de diamètre et de 5 de profondeur, dans laquelle se fait la saccharification; B, disque en fonte de 12 à 15 lignes d'épaisseur; C, foyer; *dd*, ouvreaux qui laissent échapper les produits de la combustion dans la cheminée; E, couvercle en bois, percé près de ses bords d'une ouverture F, de 12 à 15 pouces de diamètre; H, râble en bois ou mouveron qui sert

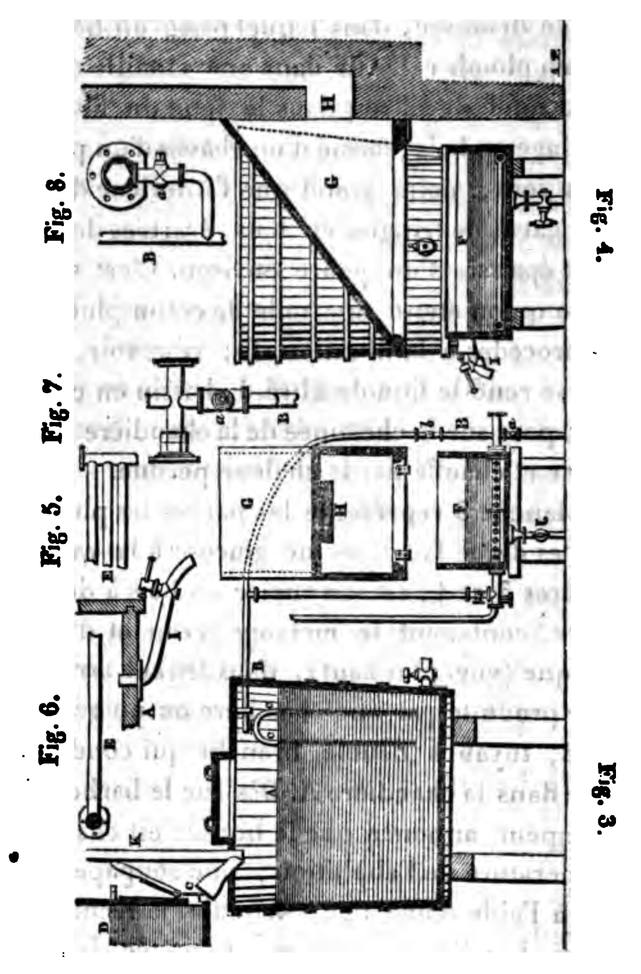
à agiter le mélange d'eau, d'acide et de fécule.

I, filtre, composé d'une caisse rectangulaire en bois, percé au fond d'un trou d'un pouce ou 15 lignes de diamètre, dans lequel passe un bout de tuyau en plomb rebordé dans une entaille circulaire au fond du filtre; dans le fond du filtre est un grillage en bois, formé d'un châssis d'un pouce, en tous sens, moins grand que l'intérieur du filtre, et garni de tringles en bois, écartées de 6 lignes et épaisses d'un pouce environ. C'est sur ce grillage qu'on étend une toile de coton plucheux pour procéder à la filtration. G, réservoir, dans lequel se rend le liquide filtré. J, bassin en cuivre mince, posé sur la cheminée de la chaudière à saccharifier et chauffé par la chaleur perdue.

La planche 3 représente les parties les plus importantes d'une fabrique de glucose à la vapeur. A, figures 3 et 4, est un euvier en bois à douves épaisses, contenant le mélange d'eau et d'acide sulfurique (voy. plus haut), dans lequel arrive la vapeur produite par une chaudière ou un générateur; B, tuyau à double branche qui conduit la vapeur dans la chaudière A. Dès que le barbottage de la vapeur annonce que le liquide est chauffé à la température de l'ébullition, une soupape C est levée, à l'aide d'une tige à bascule, la fécule délayée en bouillie et constamment agitée dans un réservoir supérieur, D, s'écoule en un petit filet dans le liquide bouillant. La saturation de l'acide sulfurique par la craie, a lieu dans le euvier A, comme nous l'avons indiqué plus haut. K, tuyau

par lequel s'échappe la vapeur chargée d'huile essentielle (1).

PLANCHE III.



(1) Pendant la saccharification de la fécule, il s'échapp une très grande quantité de cette huile essentielle dont nou avons parlé page 128. Bien que disséminée dans une grand quantité d'air, lorsqu'elle se rend dans la cheminée de l fabrique, elle n'en répand pas moins, à une assez grand

Lorsqu'on veut concentrer le sirop, on le soutire dans une chaudière F, évaporant par la vapeur qui circule dans les tubes assemblés aux grilles (fig. 2, 4, 5). Afin de débarrasser l'atelier des vapeurs qui se dégagent pendant le rapprochement, une hotte G les conduit au dehors par une ouverture H, et un tube vertical adossé à une cheminée. La figure 3 représente une coupe verticale et longitudinale de l'appareil à saccharifier la fécule.

La figure 4 en est une seconde coupe verticale, faite suivant une ligne perpendiculaire à la première.

Fig. 5 ; détails de la grille E, placée au fond de la chaudière F. Celle-ci peut être en cuivre rouge ou même en bois de sapin du nord, épais et fortement assemblé à points très exacts.

Fig. 6 ; détail du robinet I, fixé au fond du cuvier A ; pour vider ce dernier.

Fig. 7 et 8 ; vues de face et de profil d'un fragment du tuyau B. Ce tuyau est muni de deux robinets dont l'un, *a* (fig. 3), permet à la vapeur d'entrer dans la grille E, et l'autre, *b*, permet de l'introduire dans le cuvier A par le double tube *c*.

distance, une odeur fort désagréable, et qui ne laisse pas que de rendre le voisinage de ces fabriques fort incommode. C'est pourquoi, dans ces derniers temps, on s'est appliqué à perdre la vapeur des chaudières à saccharifier dans des citernes, ou, mieux, sous le foyer du générateur ; cette dernière disposition permet de brûler la plus grande partie de l'huile essentielle. Quant à la faible portion qui pourrait échapper à la combustion et sortir par la haute cheminée de la fabrique, elle n'est plus assez appréciable pour avoir le moindre inconvénient.

J. robinet de décharge de la chaudière F.

M. Fouchard, qui jouit d'un brevet d'invention, a introduit, dans sa fabrique, un perfectionnement notable relatif à l'évaporation du sirop; il repose dans l'emploi d'un grand serpentin en cuivre rouge, chauffé par la vapeur des chaudières à saccharifier (il y en a deux), sur lequel tombe goutte à goutte le sirop repris d'un réservoir inférieur par un *monte-jus* (1) et versé sur ce serpentin par un caniveau percé de trous. Dans l'extraction du sucre de betteraves, nous décrirons le condensateur-évaporateur, ajouté à *l'appareil Degrand* par M. Derosne, et dont le serpentin de M. Fouchard n'est qu'une copie. L'économie consiste ici à employer la vapeur des chaudières à saccharifier pour le chauffage de ce serpentin. Les séries de tubes qui occupent le fond des chaudières à évaporer, se recouvrent, au bout de peu de temps, d'une croûte de sulfate de chaux tenu en suspension par le sirop et qui se dépose peu à peu pendant la concentration; ces incrustations ont le grave inconvénient d'empêcher la transmission du calorique du cuivre au liquide, elles retarderaient beaucoup l'opération, si l'on n'avait le soin de démonter chaque jour ces tubes qui sont soudés entre eux et forment, par leur réunion, une grille ajustée par une vis à bride au tube qui amène la vapeur du générateur. Lorsque cette grille est démontée,

(1) Voyez sucre de betteraves, pour la description des monte-jus.

on la fait tremper pendant cinq à six heures dans un baquet rempli d'eau étendue d'acide sulfurique et marquant 5 à 6° à l'aréomètre de Baumé. Inutile d'ajouter que l'on possède une grille de rechange toujours prête à remplacer celle qui a besoin d'être nettoyée. Le sulfate de chaux est dissous au bout de ce temps, et on achève de nettoyer la grille à la brosse et par un lavage à grande eau.

Dans la saccharification de la fécule, il est fort important de ne pas pousser l'opération plus loin qu'il ne faut, et c'est ici qu'il s'agit d'indiquer à quels signes on reconnaît que celle-ci est terminée. Lorsque la dernière portion de fécule est introduite dans la chaudière, on laisse bouillir encore quelque temps le mélange, et lorsqu'il est bien homogène, c'est-à-dire qu'il ne contient plus de grumeaux de fécule non désagrégée, on en prend une petite portion dans un verre et on l'essaye par la teinture d'iode. Lorsque celle-ci ne détermine plus de coloration violette, il est temps de saturer l'acide par la craie; si l'on chauffait trop longtemps le sirop de fécule avant la saturation par la craie, il brunirait et se décomposerait en partie sous l'influence de l'acide qui a d'abord aidé sa formation (1).

On donne encore au sirop de fécule le nom de

(1) D'après les observations de MM. Malaguti et Boulay, l'acide sulfurique étendu convertit peu à peu le sucre en matières analogues à l'*ulmine* : ce sont la *sacchulmine* et l'acide *sacchulmique*.

sirop de dextrine. Il s'agit de bien déterminer le sens que l'on doit assigner à ces différens noms, *glucose, sucre de fécule, dextrine, sirop de dextrine*. *Glucose* est le nom générique donné par M. Dumas au sucre de raisin et au sucre de fécule, qui sont, comme nous l'avons dit, identiques; le *sucre* ou *sirop de fécule* s'obtient par la désagrégation et l'hydratation de la fécule sous l'influence de l'acide sulfurique; la *dextrine*, comme nous l'allons voir, est de la fécule désagrégée par la torréfaction ou par un acide. Lorsqu'on obtient cette désagrégation à l'aide de la *diastase*, comme nous le dirons plus tard, la dextrine prend le nom de *dextrine sucrée* ou de *sirop de dextrine*; nous allons en étudier les diverses applications.

Nous donnons ici le compte de fabrication de sucre de fécule pour un jour, dans une grande fabrique.

Sucre et sirop de fécule.

		Compte de fabrication pour un jour.
3000 kilogrammes	de fécule, à 22 fr.	660
60 »	acide sulfurique, à 30 fr.	18
80 »	craie	2
300 »	noir animal	30
35 hectolitres de houille		122,50
7 ouvriers, à 2 fr. 50		17,50
Frais généraux.	loyer, direction	16
	capitaux, fond de roulement, intérêt et réparations	15
	éclairage et menus frais	5,50
	transports	13
	escompte et frais imprévus	35
		934,50

Report.......	934,50
Produit : 4500 kilogr. sirop, à 32° Baumé, et à 22 fr. les 100 kilogrammes..................	990
Bénéfice.....	55,50
Si l'on concentre le sirop au point d'obtenir du glucose solide, on dépense 4 hectol. de houille de plus, et les frais de fabrication s'élèvent à...	947,50
Le produit consiste en 3000 kilog. de sucre cristallisé à 35 fr. les 100 kilog.....................	1050
Bénéfice......	102

Le sirop de fécule ainsi que le sucre tiré de la même substance, sont et deviennent tous les jours d'une plus grande importance dans les arts. La Bourgogne et quelques autres contrées en font une grande consommation, pour augmenter la force alcoolique de leurs vins un peu faibles. On l'emploie pour cet usage, à raison de 5 à 10 kilogrammes, par pièce de vin de 230 litres. Les brasseurs s'en servent aussi avec un grand avantage dans la fabrication de la bière ; non seulement son usage est économique, mais encore utile, en ce sens qu'il ne dépose pas dans le moût, comme l'orge germée, une matière azotée qui aide, dans la bière, à la fermentation acide. Par son emploi, on peut aussi régler, d'une manière exacte, la force alcoolique du moût, puisqu'il suffit d'ajouter dans celui-ci du sirop jusqu'au moment où l'aréomètre indique le degré voulu.

C'est principalement pour la fabrication des *bières blanches* et des *bières de table* dont on fait

une grande consommation l'été, que le sirop de fécule est employé. (Voy. *Bière.*)

On doit préférer l'emploi du sucre de fécule, dans la préparation des alcools, à celui de la pâte de pommes de terre, parce que l'alcool obtenu est exempt de mauvais goût (nous avons vu que l'huile essentielle de pommes de terre était enlevée par la saccharification), et la fermentation est beaucoup plus prompte, car du glucose à l'alcool il n'y a pas loin; le sucre de cannes se convertit toujours en glucose avant de passer à l'état d'alcool, sous l'influence de la fermentation spiritueuse.

On peut encore, avec économie, convertir le sirop de fécule en vinaigre. On s'en sert aussi dans la fabrication du cirage, et dans ce cas on obtient cet avantage que l'on interrompt l'opération aussitôt la saccharification opérée, et sans qu'il devienne nécessaire de saturer au moyen de la craie; car alors l'acide sulfurique en suspension est utile pour réagir sur le noir d'os qui entre dans la confection du cirage.

La *dextrine* proprement dite est une matière d'apparence gommeuse, en laquelle se transforme l'amidon, sous l'influence de la chaleur, des acides et de la diastase (1).

(1) Elle fut successivement observée par MM. Dubrunfaut, Couverchel, Biot et Persoz, en dernier lieu, Payen et Persoz, et tout récemment Guérin, qui ont tout-à-fait déterminé ses caractères et ses propriétés, ainsi que la manière

Pendant long-temps on a pensé que la fécule était formée de deux matières, l'une tégumentaire insoluble dans l'eau, et l'autre gommeuse soluble, et l'on a cru que la *dextrine* était cette matière gommeuse, mise à nu par la destruction du tégument (1). Il résulte d'expériences positives que les grains de fécule sont composés à l'intérieur comme à l'extérieur, et que c'est la division et l'hydrata-

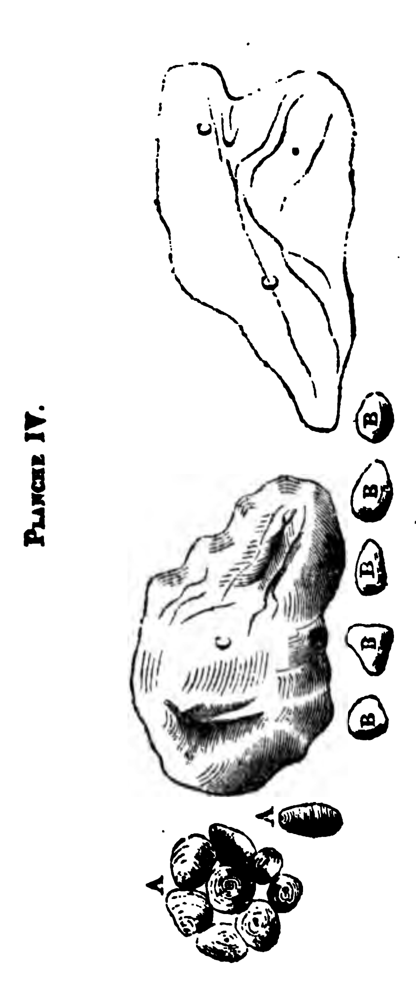
de l'obtenir. MM. Biot et Persoz lui ont donné le nom qui sert à la distinguer, parce qu'elle fait tourner plus qu'aucune autre matière le plan de polarisation de la lumière à droite (*dextrà*).

Jusqu'ici l'analyse élémentaire de la dextrine n'a point encore été faite; mais si l'on considère que la composition de l'amidon et celle du sucre de raisin sont représentées par du charbon et de l'eau; que l'amidon ne diffère du sucre de raisin qu'en ce qu'il contient plus de charbon, et qu'avant de se transformer en sucre sous l'influence des acides ou de la diastase, l'amidon passe d'abord à l'état de dextrine, il deviendra extrêmement probable que la dextrine a une composition analogue à celle du sucre et de l'amidon, et que la quantité de charbon qu'elle renferme est plus petite que celle de l'amidon, mais plus grande que celle du sucre.

(1) Leewenhoeck reconnut, en 1716, que l'amidon est sous forme de grains globuleux plus ou moins irréguliers, formés de deux matières. M. Raspail, en 1825, décrivit les formes très variées que l'amidon affecte dans une même plante, il constata que l'enveloppe de grains était insoluble dans l'eau, tandis que la partie intérieure pouvait s'y dissoudre. (*Nouveau Système de Chimie organique*, de Raspail.) MM. Payen et Persoz ayant indiqué, d'après leurs expériences, que l'enveloppe n'entre que pour 4 ou 5 millièmes au plus, il s'ensuit qu'en faisant l'histoire chimique de l'amidon, on fait par cela même celle de sa partie interne. (Thénard, *sixième édition.*)

tion de chacune de leurs parties qui peut apporter des changemens notables dans leurs propriétés.

Il est facile de démontrer cette conformation des grains de fécule en les mettant en contact sous le microscope avec une gouttelette d'une solution de potasse. On voit ces derniers AA (fig. 9) se gon-



ler d'abord, en se déplissant, comme l'indiquent les figures BB, puis rapidement s'étendre en tous sens, et s'affaissant ensuite, présenter de longs replis, comme l'indiquent les figures CC.

La seule différence qui peut exister entre la portion extérieure et la portion intérieure des grains de fécule provient de la cohésion plus grande de la première. La dextrine bien préparée est blanche, insipide, sans odeur, en poudre fine comme la fécule; inaltérable à 100°, commence à fondre à 225° et se décompose à 235°. Elle est inaltérable à l'air sec. L'eau la dissout en grande quantité, soit à chaud, soit à froid, et devient mucilagineuse comme avec la gomme proprement dite. La solution est abondamment précipitée par l'alcool, qui est sans action sur la dextrine.

L'iode transmet à la solution de dextrine une couleur de vin clair; avec le sirop de dextrine ou le sucre de fécule, nous avons vu que l'on n'obtient aucune coloration (1).

(1) La coloration de l'amidon par l'iode a donné lieu à une application assez importante dans l'essai des eaux sulfureuses. M. Dupasquier de Lyon a conseillé de se servir de la solution d'amidon pour reconnaître le terme de ces essais. Voici comment on s'y prend : étant donnée une certaine quantité de l'eau sulfureuse à analyser, on précipite par la solution aqueuse, ou faiblement alcoolisée d'iode, le soufre du sulfure, et l'on en ajoute jusqu'à ce que, par addition d'une petite quantité de solution d'amidon, la liqueur vire au bleu. Tant qu'il n'y a pas de coloration, c'est que l'iode prend la place du soufre qui se dépose, et dès que la colora-

La division qu'éprouve la fécule pour passer à l'état de dextrine est une division tout-à-fait chimique : si l'on examine ses grains au microscope, on voit qu'ils ont la même forme que ceux de fécule.

La dextrine s'obtient de différentes manières. Ce que l'on connaît dans le commerce sous le nom d'*amidon grillé*, est de la dextrine grossièrement obtenue par la torréfaction de la fécule sur des plaques de métal dans un four particulier. L'amidon grillé était plus employé il y a quelques années qu'aujourd'hui ; on s'en sert spécialement pour épaissir les mordans. MM. Buran et Ce en fabriquent une grande quantité dans leur usine de Grenelle, à l'aide du four aérotherme de MM. Lemarre et Jametel. Ce four, dont nous donnerons la description ainsi que la figure dans une prochaine

tion apparaît, c'est qu'il n'y a plus de soufre à précipiter et que l'iode se trouve alors en excès.

M. Balard conseille, lorsque l'iode se trouve à l'état d'iodure métallique, dans les eaux salées, par exemple, de mêler avec l'amidon et l'acide sulfurique la liqueur qui contient l'iodure, et de verser par dessus une petite quantité de solution de chlore ; celui-ci, en raison de sa moindre densité, reste à la surface, et au point où les deux liqueurs se touchent, on voit se manifester une zone bleue. Par une légère agitation, la teinte bleue se développe ; elle disparaîtrait si le chlore était en excès : il se produirait, comme on sait, des acides iodhydrique et chlorhydrique. L'acide sulfurique agit dans cette épreuve en décomposant l'iodure, produisant de l'acide iodhydrique, et le mettant en contact avec le chlore. (*Annales de Chimie et de Physique*, XXVIII, 178.)

leçon, sert aussi à obtenir la dextrine ordinaire. Celle-ci se prépare en humectant la fécule avec de l'eau étendue de 1/400 de son poids d'acide nitrique, en la soumettant par couches de deux centimètres sur des plaques de cuivre, supportées par un grillage en fer qui occupe le milieu du four, à une température qui varie de 110° à 120° et qui peut s'élever à 130°. L'eau se résout d'abord en vapeur et l'acide se trouvant à l'état concentré et divisé dans toute la fécule, lui fait subir une désagrégation suffisante pour la faire passer à l'état de dextrine. Dans cette opération, chaque petit sphéroïde de fécule est, pour ainsi dire, devenu une petite boule de gomme.

Il y a quelques années, MM. Lefebvre et Chabert imaginèrent de torréfier la fécule à 200° à la chaleur d'un bain d'huile, et la répandirent dans le commerce, sous le nom de *léïocomme ;* cette substance, préférable à l'amidon grillé, ne vaut pas la dextrine obtenue par le procédé décrit plus haut.

On connaît, dans le commerce, deux sortes de dextrine, la *blonde* et la *blanche ;* cette dernière n'est quelquefois pas aussi désagrégée que la première.

Les principaux usages auxquels on emploie la dextrine sont : le parage des chaînes, les apprêts et le gommage des tissus de coton, les apprêts et impressions des indiennes, les (1) impressions sur

(1) Voici comment s'exprime M. Girardin sur les résul-

laine. Ce produit est encore employé avec avantage dans les apprêts des tulles et gazes, et pour la confection des bains mucilagineux, pour l'impression sur soie; pour le gommage des couleurs, pour la fabrication de l'encre, des papiers peints, l'encollage des papiers, le collage du papier à lavis, la fixation des dessins au crayon, le vernissage des

tats obtenus avec la dextrine : La supériorité de cette substance sur tous les autres épaississans est incontestable; sa transparence est égale à celle de la gomme, son apprêt moins cassant, et le toucher qu'elle donne aux étoffes a plus de moelleux. L'économie qu'elle apporte dans la préparation des apprêts est de plus de 50 pour 100 comparativement à la gomme; elle est plus avantageuse à employer que l'amidon dans certains rapports; elle exige moins de soins que ce dernier, qui demande à être tenu constamment chaud; les proportions sont plus faciles à varier suivant les genres; elle ne nuit pas à l'éclat des nuances, et elle a sur l'amidon l'avantage de ne pas marquer certaines parties de l'étoffe. Il faut généralement 250 gr. de dextrine, au maximum, et 125 grammes au minimum pour apprêter une pièce de 65 mètres (200 pieds). Les ouvriers, qui emploient très bien la dextrine aujourd'hui, disent qu'il faut la laisser quelques jours avec l'eau pour en obtenir un mucilage épais, opération sans laquelle elle perdrait les trois quarts de ses propriétés épaississantes. Nous nous ferons un devoir de signaler la fabrique de dextrine établie, par M. Heuzé, à la Petite-Villette, près Paris. La dextrine pure, préparée, y est expédiée en tonneaux rendus imperméables par un enduit souple qui est d'avance appliqué à l'intérieur des tonneaux. La fabrication s'y élève, terme moyen, à 405 kilogrammes par jour, ou par année de 360 jours, à 145,800 kilogr., qui sont expédiés dans les départemens de la Seine, de la Seine-Inférieure, du Haut-Rhin, en Angleterre, en Allemagne, etc., au prix de 80 fr. les 100 kilogr., qui ne dépasse pas le prix ordinaire de l'amidon de blé.

tableaux, la préparation des bandes agglutinatives pour consolider les bandages et appareils chirurgicaux, particulièrement dans les réductions des fractures. C'est à MM. Velpeau et Larrey qu'est due l'application de la *dextrine* dans ce dernier cas. La dextrine a remplacé avec le plus grand avantage le plâtre dont on se servait autrefois pour le même usage ; les bandes dextrinées que l'on applique sur un membre fracturé s'y sèchent avec une grande rapidité et deviennent d'une adhésion et d'une dureté remarquables : elles ont l'avantage d'entretenir une chaleur salutaire pour le rétablissement de la partie malade, et peuvent s'enlever facilement par le mouillage, lorsqu'on veut la visiter, ou lorsqu'il y a quelque tuméfaction. L'emploi de ces bandes agglutinatives rend la guérison des fractures beaucoup plus prompte et permet de faire marcher au bout de très peu de temps les malades ; l'exercice qu'ils prennent dans cette circonstance ne contribue pas peu à leur entier rétablissement.

M. Darcet fils a inventé un petit instrument qui sert à préparer la solution de dextrine et à tremper les bandes en très peu de temps. Afin d'obtenir une dissolution plus homogène, on commence par imbiber la dextrine avec un peu d'eau-de-vie, puis on ajoute de l'eau.

Voici les proportions que l'on emploie pour faire la dissolution :

Dextrine.............	100	grammes.
Eau-de-vie camphrée..	60	»
Eau.................	40	»

Quantité de solution employée pour le traitement des diverses fractures.

Cuisse (fémur).....	300	grammes.
Jambe...........	200	»
Avant-bras........	150	»
Clavicule.........	400	»

Dextriner signifie, de nos jours, panser une fracture avec des bandes trempées dans la solution précitée.

La *dextrine sucrée,* mêlée à la levure, puis à de la pâte ordinaire et bien pétrie, sert à la préparation d'un pain de luxe, connu à Paris sous le nom de *pain de dextrine.*

On s'en sert pour édulcorer les tisanes et remplacer ainsi les sirops de gomme, au gommage des couleurs, à l'apprêt des toiles de tableaux. Susceptible de plus d'adhérence, de plus de fluidité, et plus diaphane que la dextrine non sucrée, elle s'emploie seule ou mélangée avec elle dans les bains gommeux pour les impressions sur soie, l'épaississage des mordans, la confection des feutres, l'application des peintures sur papiers-draps, et supplée avec avantage les gommes indigènes et exotiques. Dans plusieurs circonstances, mélangée par moitié avec la mélasse du sucre de cannes, elle améliore et rend plus économique cette matière

ne saurait remplacer la mélasse de betteraves.
nélange sert dans la fabrication du pain d'é-
, dans la confection des rouleaux d'imprime-
des taffetas adhésifs et du cirage anglais.

QUATORZIÈME LEÇON.

CONSERVATION DES GRAINS.

Commerce, production, disette. — Accaparement ; influence de la conservation des grains sur la santé publique. — Caractères organographiques et composition chimique des grains. — Farines, fécule de blé. — Falsification de la farine de froment par la fécule de pommes de terre. — Procédé Boland. — Gluten, pain de gluten. — Traitement des diabétiques par M. Bouchardat. — Essai des farines (*aleuromètre-Boland*). — Anciens procédés de conservation des grains (greniers, silos, caves, etc.). — Charançons. — Grenier mobile Vallery.

Les *céréales* (1), et particulièrement le blé ou le froment, sont pour l'homme, dans toutes les nations, d'une importance immense, puisqu'elles forment la base de sa nourriture; et d'ailleurs on sait que plus un peuple est civilisé, plus il consomme de blé, c'est-à-dire que la partie essentielle de sa nourriture est le blé converti en *pain*,

(1) Le mot *céréale*, de Cérès, déesse des moissons, s'applique, dans notre langue, aux plantes panaires ou autres, à semences farineuses, appartenant spécialement à la famille des graminées. Il comprend donc le *froment*, le *seigle*, l'*orge*, l'*avoine*, le *riz*, le *millet*, le *maïs*, le *sorgho*, l'*alpiste*.

sauf les exceptions dépendantes des localités, des influences atmosphériques qui ne permettent pas de le cultiver.

Le commerce des grains est un des plus étendus et des plus importans (1). La conservation des grains mérite donc tous les soins du fermier. Il y a de si grands avantages attachés à la conservation des céréales produites dans une année où elles sont abondantes et à bas prix, pour les verser dans le commerce dans les années de disette, que cet art a de tout temps fait le sujet des recherches, non seulement des agriculteurs et des commerçans en blé, mais encore des économistes. La tranquillité et le bonheur public sont liés à ce genre d'industrie, et on est maintenant revenu de l'opinion qui faisait jadis attribuer aux accapareurs les calamités, compagnes des disettes; et si toutefois une partie du peuple partage encore cette erreur, les gouvernemens, plus éclairés sur les intérêts publics, favorisent à l'envi un commerce dont, contre les opinions autrefois admises, l'effet naturel est, 1° de transporter le grain des lieux où il abonde et est à vil prix, dans les pays où il est rare et par conséquent cher; 2° de conserver les grains des récoltes abondantes pour les rendre à la consommation dans les temps de détresse; 3° et

(1) En supposant le prix moyen du blé de 22 francs l'hectolitre, la France en produit pour 500,000,000 de francs, et la valeur totale des produits obtenus avec le blé s'élève au chiffre énorme de trois milliards huit cent millions de francs.

enfin, de prendre toutes les voies nécessaires pour éviter la disette, qu'on attribuait généralement aux spéculations des accapareurs.

Ainsi aujourd'hui, en diminuant la masse vénale des grains sur les marchés dans les années fécondes, on en soutient le prix (1) qui tomberait au-dessous de la valeur à laquelle les fermiers peuvent retirer les frais de leurs exploitations ; et en fournissant, après les mauvaises récoltes, les blés conservés, on évite les maux de la disette et d'une cherté trop grande.

La mauvaise qualité des grains provient souvent de la manière dont ils ont été conservés. Attaqués par les insectes, renfermés dans des greniers humides, ils peuvent acquérir une qualité fâcheuse qui se transmet à la farine et que la *panification* ne détruit pas tout-à-fait. La consommation de ces produits a dès lors une influence tellement nuisible sur l'économie animale, que d'après certaines recherches de statistique, elle fait naître à certaines époques des maladies particulières, augmente la mortalité, diminue les mariages et le nombre des hommes propres au service de la guerre, etc. Que pourrions-nous ajouter pour donner à cette question une plus grande importance ?

(1) Le prix moyen du blé est ordinairement de 18 francs l'hectolitre, et le prix de revient de 15 fr. Souvent ces prix varient considérablement. On comprend que dans ces fluctuations il y a perte pour tout le monde.

Les *grains* ou fruits des céréales contiennent presque tous les mêmes principes immédiats, mais en quantité très variable, et non seulement variable suivant les espèces, mais pour les mêmes espèces suivant les localités où elles sont cultivées. La composition élémentaire du *blé*, de l'*avoine*, de l'*orge*, *du maïs*, est à peu près la même ; on avait avancé que le maïs ne contenait point du tout de gluten, il en contient néanmoins, mais en une très faible proportion (1/100).

Lorsqu'on examine un grain de blé, on voit qu'il est formé d'un tégument extérieur ou *écorce* de nature cornée. Ce tégument se compose de deux enveloppes, dont l'une entre pour 0,044 à 0,059 du poids du grain de blé, et l'autre plus épaisse et plus adhérente, pour 0,020 à 0,025 (100 grains de blé pèsent 3 grammes, 45 à 4,67 ; moyenne, 4 grammes).

Cette enveloppe double avance un peu dans l'intérieur du grain, on le remarque aisément en coupant le grain en deux ; il présente à peu près la forme d'une feuille dont les bords sont reployés. Il est bon d'insister sur cette conformation, parce qu'elle fait comprendre les difficultés que l'on doit éprouver dans la mouture pour séparer tout-à-fait le son qui est formé entièrement par l'écorce. L'intérieur du grain de blé, ou périsperme, comprend toute la farine ; mais celle-ci, dans chaque espèce de blé, varie par sa cohésion comme par la proportion des principees dont elle

est formée. La *fécule* ou *amidon* et le *gluten* sont les deux principes les plus abondans.

On distingue trois classes de blés : les *durs*, les *demi-durs* et les *tendres*, selon que la farine s'y trouve dans un état de cohésion plus ou moins grand. Lorsqu'on casse un grain de blé dur (*triticum durum*), la farine qu'il contient a tant de cohésion qu'elle paraît cornée. Ces blés contiennent plus de gluten que les autres, sont moins attaquables par les insectes, mais donnent du pain moins blanc, parce qu'ils sont d'une mouture plus difficile : ces variétés croissent plus particulièrement dans le midi. Dans les blés demi-durs, le périsperme présente dans sa cassure des parties blanches et des parties cornées ou transparentes, et les blés tendres ont une cassure blanche ou farineuse : ils donnent la plus belle farine, mais ne se conservent pas aussi bien que les premiers ; ils sont surtout plus attaquables par les insectes. Il se trouve aussi parmi les blés des espèces à grain rouge et des espèces à grain blanc. D'après M. Desvaux, le défaut des fromens blancs est de donner une pâte trop courte et moins liée que celle des fromens rouges ; cela tient à ce qu'ils contiennent une trop grande proportion de fécule au détriment de celle du gluten. Il suffirait dès lors d'y ajouter, à la mouture, une petite portion de blé dur ou *glacé*, dans lequel le gluten surabonde, pour en obtenir une pâte parfaite.

La partie la plus riche en gluten occupe ordi-

nairement l'intérieur du grain de blé ; la couche qui vient après le tégument corné, contient plus de fécule et de matière albumineuse. Lorsque les grains sont soumis à la mouture, ils sont d'abord concassés et divisés de manière à ce que la partie interne qui doit donner la plus belle farine ne soit pas attaquée ; on réserve ces parties du grain ou *gruaux* qui se séparent de la première farine par le bluttage, pour une seconde mouture.

Voici à peu près la composition de la farine (1) :

		Amidon.	Gluten et albumine.	Sucre.	Dextrine.	Sels et oxides.
Farine sèche de blés	tendres..	78	11	4,5	3,5	3
	demi-durs	75	13	5	3,8	3,2
	durs....	68	17	6	5	4
		65	17,5	7,5	5,3	4,2

(1) Vauquelin obtint le résultat suivant en analysant comparativement un assez grand nombre de farines.

FARINES.	Humidité.	Gluten.	Amidon.	Matière sucrée.	Matière gommo-glutineuse.
Farine brute de froment..............	10	10,96	71,49	4,72	3,32
— de méteil....................	6	9,80	75,50	4,22 *	3,28
— brute de blé dur d'Odessa......	12	14,55	56,50	8,48	4,90 **
— brute de blé tendre d'Odessa...	10	12,00	62,00	7,56	5,80 ***
— *idem*, deuxième qualité........	8	12,10	70,84	4,90	4,60
— de service, dite *seconde*........	12	7,30	72,00	5,42	3,30
— des boulangers de Paris........	10	10,20	72,80	4,20	2,80
— des hospices, deuxième qualité.	8	10,30	71,20	4,80	3,60
— *idem*, troisième qualité........	12	9,02	67,78	4,80	4,60

* Il était resté 1,20 de son sur le tamis.

** Il était resté 2,30 de son.

*** Il était resté 1,20 de son. (*Journal de Pharmacie*, t. VIII, p. 353.)

Outre les matières indiquées dans ce tableau, les blés contiennent encore de la cellulose et une très faible proportion d'huile essentielle : celle-ci n'appartient pas à l'amidon du blé, mais à l'embryon qui occupe la base du grain, et n'entre pas tout-à-fait pour 2 sur 100 de son poids. Pressé entre deux feuilles de papier, l'embryon y laisse une tache formée par l'huile essentielle et un peu d'huile fixe. La dextrine contenue dans les grains a long-temps été confondue avec une matière gommeuse (Voy. *Analyse* de Vauquelin). Le sucre est à l'état de glucose. Le sel le plus abondant est le phosphate de chaux, ce qui indique la nécessité d'amender le sol destiné à la culture du blé, avec cette substance, ou de le fumer avec des engrais qui en contiennent, comme les noirs de raffineries; les autres matières minérales sont de la silice, de l'oxide de fer, etc.

Aujourd'hui l'analyse, qui fait chaque jour des progrès, trouve dans le blé deux sortes de gluten, dont l'un est insoluble dans l'alcool, et l'autre soluble dans de l'alcool à 60/100; deux sortes d'albumine, et même, selon Liebig, une matière analogue au caséum. Ces substances s'y trouvent en petite quantité et sont sans importance pour l'agriculteur et le boulanger. Mais il n'en est pas de même de la fécule et du gluten; les farines sont très souvent falsifiées avec de la fécule de pommes de terre; comme la fécule de pommes de terre ne contient point de gluten, et que c'est le gluten

qui en fait la principale qualité, cette falsification est très préjudiciable et influe beaucoup sur la panification. Outre cela, les farines sont de qualités plus ou moins bonnes; les unes renferment naturellement plus de gluten, d'autres ont été avariées, gâtées, et leur gluten a perdu sa propriété essentielle, celle de procurer à la pâte la faculté de lever, de faire pain. Il était donc de la plus grande importance de trouver un moyen de connaître la richesse des farines et de déceler la présence de la fécule de pommes de terre. M. Boland, ancien maître boulanger à Paris, a résolu ce problème de la manière la plus satisfaisante, et nous sommes heureux de pouvoir donner, sur les moyens qu'il emploie pour arriver à ces résultats, des renseignemens qu'il a bien daigné nous communiquer; renseignemens aidés par des essais que nous avons répétés avec lui.

Nous n'insisterons pas sur les inconvéniens sans nombre qui résultent nécessairement du mélange des farines avec la fécule. A l'article *Panification*, nous aurons occasion d'ajouter quelques détails sur le rôle que jouent chacun des principes contenus dans la farine du blé. Disons seulement avec M. Boland qu'il est bien démontré, par l'expérience et par la théorie, que la farine riche en gluten élastique est celle qui contient les meilleurs élémens d'une bonne panification; que toute addition de matières étrangères qui peut dans la farine diminuer la quantité de gluten, est une fraude

préjudiciable aux intérêts du boulanger et du consommateur.

Pendant fort long-temps et jusqu en 1836, époque de la découverte de M. Boland, on ne parvint point à reconnaître la présence de la fécule de pommes de terre dans la farine des céréales, et les meuniers purent impunément en ajouter jusqu'à 15/100, sans craindre d'être découverts. Voici donc comme on devra procéder pour aller à la recherche, dans une farine quelconqne, de la plus petite quantité de fécule qui pourrait y avoir été ajoutée, et connaître presque rigoureusement dans quelle proportion. On commencera par séparer le gluten de l'amidon, en prenant 25 grammes de farine à essayer, la mélangeant dans une tasse à l'aide d'un tube, avec 12 grammes et demi d'eau. On malaxera ensuite cette pâte dans le creux de la main, sous un très petit filet d'eau, ou mieux dans une cuvette à moitié pleine d'eau; dans ce dernier cas, on peut retrouver les petites portions de gluten qui pourraient échapper et se mêler à l'amidon qui tombe au fond de l'eau (1). Lorsqu'une farine a été mal fabriquée, le gluten est grenu et difficile à se rassembler en masse dans la main; c'est donc une raison de plus pour opérer ainsi. Lorsque l'eau de

(1) Ce procédé d'extraction du gluten est celui qui est généralement suivi, lorsqu'on veut se procurer cette substance pour diverses applications dont nous aurons l'occasion d'entretenir nos lecteurs.

lavage découle limpide, il reste dans la main, pour résidu, le gluten élastique pur que l'on pèse.

On agitera bien avec la main le mélange d'eau et d'amidon contenu dans la cuvette, et on le mettra dans un vase conique comme un verre à expérience, où on le laissera reposer pendant une heure environ. Il se forme à la partie inférieure du vase un dépôt qu'il faut avoir soin de ne pas troubler; décanter avec un siphon l'eau qui le surmonte; deux heures après, aspirer avec une pipette l'eau qui l'aura de nouveau surnagé, car l'amidon entraîne toujours avec lui une quantité d'eau qu'il abandonne peu à peu en prenant de la cohésion. En examinant ce dépôt, on remarquera facilement qu'il est formé de deux couches distinctes : la supérieure, d'une couleur grise, est du gluten divisé non élastique et de l'albumine; l'autre couche, d'un blanc mat, est l'amidon. Quelque temps après, on enlève avec précaution, en se servant d'une cuiller à café, une partie ou toute la couche de gluten et d'albumine ; une résistance, qu'il ne faut pas chercher à vaincre, indique la présence de la couche d'amidon qu'il faut laisser sécher entièrement jusqu'à ce qu'elle devienne solide ; dans cet état, la détacher en masse du verre, en appuyant légèrement l'extrémité du doigt tout autour jusqu'à ce qu'il cède, en lui conservant toujours sa forme conique. Si l'on avait à sa disposition un petit carreau de plâtre sec, on pourrait déposer ce cône qui ne tarderait pas à se sécher

convenablement. La fécule de pommes de terre, plus pesante que celle du blé, s'étant précipitée la première, se trouve placée à l'extrémité du cône. Mais comment la reconnaître dans cette masse uniforme? par un réactif, dont nous nous sommes tant de fois servi, l'iode, qui colore toutes les matières amilacées, excepté dans la circonstance qui sert de base à ce procédé. Triturée à froid dans un mortier d'agate, la fécule de pommes de terre, insoluble à l'eau froide, acquiert une divisibilité qui lui permet, sans qu'il y ait de véritable dissolution, de prendre au contact de la teinture d'iode concentrée une couleur bleu foncé. Soumise à la même épreuve, la fécule du blé ne se colore pas, ou du moins devient jaune par son mélange avec la teinture d'iode. Par conséquent, toutes les fois qu'en agissant comme nous l'indiquons ici, on obtiendra une coloration bleue, on pourra en conclure que la farine contenait de la fécule de pommes de terre. Cependant il serait possible de se méprendre, et voici comment : si l'on triture trop long-temps l'amidon de blé, il acquière une divisibilité assez grande pour se colorer aussi en bleu par l'iode, et l'essai se trouve manqué. C'est pourquoi nous insistons sur l'emploi d'un mortier d'agate, un mortier de verre ou de porcelaine émaillée est insuffisant; leur paroi intérieure trop unie laisse glisser la fécule sans la déchirer. Un mortier en biscuit, sans être émaillé, présente au contraire trop d'aspérités saillantes. La chaleur qui se manifeste

à la trituration, ou une autre cause qu'on ne peut expliquer, fait prendre à la dissolution du blé une couleur sinon bleue, du moins violette, si foncée, qu'il y aurait du doute dans les comparaisons. On évitera aussi d'exposer à la chaleur le dépôt qui se forme dans le verre cônique, pour obtenir une dessiccation plus prompte; une température trop élevée, en dissolvant d'abord les fécules, et les désagrégeant, établirait entre elles une identité si parfaite qu'il serait impossible d'en reconnaître la différence.

Pour apprécier la quantité de fécule de pommes de terre ajoutée à la farine, la série de proportions à examiner n'est pas très considérable. Les meuniers ne commencent à trouver de l'intérêt à falsifier qu'avec une addition de 10 pour 100 jusqu'à 25; il faut étudier ces proportions de fécule, en les indiquant par cinquièmes. On reconnaîtra néanmoins, par ce procédé, la présence de la plus petite quantité de fécule, même au-dessous de 5 pour 100; ajoutons qu'avec l'habitude, cette appréciation devient fort exacte; M. Boland peut découvrir les moindres traces de fécule de pommes de terre ajoutée à une farine. En enlevant du cône d'amidon cinq couches successives d'un gramme chaque, et en les éprouvant par ordre, de la manière prescrite ci-dessus, la coloration bleu foncé que donnera l'épreuve indiquera positivement l'addition de 5 pour 100 de fécule de pommes de terre

par couche éprouvée. Voici pour la falsification de la farine par de la fécule.

Il ne suffit pas de savoir si une farine est mélangée, il est important pour le boulanger de pouvoir en apprécier la valeur. Le moyen le plus grossier, auquel il a recours la plupart du temps, consiste à délayer la farine dans le creux de la main et à en faire une pâte qu'il étire entre les doigts : si la farine fait une pâte qui *s'allonge*, elle est de bonne qualité ; et plus ou moins inférieure, selon que la pâte est plus ou moins *courte*. Tout grossier qu'il est, cet essai ne laisse pas que d'être assez juste entre des mains exercées, et cette élasticité de la pâte est due, comme on le voit de suite, à la qualité et à la quantité de gluten renfermé dans la farine. M. Boland a imaginé d'apprécier la quantité et la qualité du gluten à l'aide d'un petit instrument, l'*aleuromètre* (mesure des farines). C'est un cylindre en cuivre, creux, long de 15 centimètres environ et d'un diamètre de 2 à 3 centimètres. Il se compose de deux pièces principales : l'une de 5 centimètres, fermée à son extrémité, sorte de capsule, peut contenir 15 grammes de gluten frais et se visse au reste du cylindre. Une petite tige légère, en cuivre, graduée, de 5 centimètres, descend au tiers du cylindre et peut en sortir par la partie supérieure opposée à la capsule, de sorte que celle-ci étant chargée, il se trouve entre le gluten et la base de la *tige mobile* un espace à peu près double de son volume. L'appareil étant ainsi disposé, on

'introduit dans un bain d'huile chauffé à 200°; à :ette température le gluten se gonfle ; en augmenant de volume il s'élève dans le cylindre, atteint bientôt la tige graduée qu'il soulève plus ou moins selon qu'il est de plus ou moins bonne qualité. Chaque fois que la tige s'élève, on compte les degrés déplacés : ceux-ci correspondent à une certaine augmentation du volume de gluten qui a été donnée par la moyenne des essais. Les bonnes farines donnent un gluten qui peut augmenter de 4 à 5 fois son volume; lorsque celui-ci appartient à une farine altérée, il ne se boursouflle pas, devient visqueux et presque fluide, adhère aux parois du cylindre et développe même quelquefois une odeur désagréable : celle du bon gluten rappelle l'odeur du pain chaud.

Puisque nous en sommes au gluten, il ne sera pas déplacé ici de dire quelques mots d'une de ses récentes applications, motivées par des expériences de M. Bouchardat.

Dans ses précédentes recherches, le pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu avait établi les relations qui existent dans le diabète sucré, entre l'ingestion des alimens féculens et la production du sucre; mais toutes les difficultés relatives au traitement curatif de cette désespérante affection étaient loin d'être levées. Il est bien pénible de s'abstenir, et cela d'une façon continue, de pain qu'on désire avec la plus vive ardeur. Cela est si vrai que, malgré les recommandations les plus instantes, malgré

la surveillance la plus active, malgré l'assurance que ces malheureux ont que les alimens qu'ils désirent avec tant de fureur finiront par leur devenir mortels, rien ne les arrête, et un peu plus tôt, un peu plus tard, lassés de ce traitement qui ne finit pas, épuisés au moral plus encore qu'au physique (1), les diabétiques reprennent les alimens féculens, les accidens reparaissent, des tubercules surviennent dans les poumons, et la mort arrive bientôt. Il était donc de la plus haute importance de trouver un aliment qui pourrait remplacer le pain, sans avoir ses inconvéniens pour les diabétiques. En résolvant ce problème, M. Bouchardat est arrivé deux fois à un succès entier, à la guérison complète des malades. «Éclairé, dit M. Bouchardat, par les expériences si intéressantes de la Commission dite de la gélatine sur les propriétés essentiellement nutritives du gluten, je pensai immédiatement à faire préparer avec ce principe un aliment susceptible de remplacer le pain (2). C'est le problème précisément inverse que nous avons cherché à résoudre. La difficulté de la préparation du gluten pour usage de tous les jours était un obstacle, lorsque je pen-

(1) La concentration de l'urine évacuée en un jour par un diabétique peut fournir jusqu'à un kilogramme de sucre!

(2) Nous avons préparé à Grenelle de grandes quantités de gluten dont M. Cazalis se servait au Collége de France pour nourrir des chiens : ses expériences ont appris que le gluten est une matière nutritive au maximum.

sai que la Société d'Encouragement avait accordé une récompense à M. Martin pour avoir isolé le gluten dans la préparation de l'amidon. Je m'adressai à ce fabricant distingué, il s'empressa de me faire préparer le pain de gluten. Mais quoi qu'il pût faire, l'addition d'un cinquième defarine fut toujours nécessaire. On peut obtenir ainsi un pain très léger et d'une saveur très agréable. Ce n'est point encore là un résultat radical, car notre pain contient encore environ 1/6 de fécule : mais c'est une grande amélioration, car 200 grammes de ce pain, avec une bonne nourriture animale, peuvent suffire, et la proportion de fécule ingérée dans un jour se trouve réduite à 35 grammes. »

Aujourd'hui, M. Robine, boulanger à Paris, dont le zèle pour les perfectionnemens de son art mérite d'être signalé, prépare des pains qui contiennent trois quarts de gluten et un quart d'amidon. Ces pains à l'usage des diabétiques, conviennent aussi pour le traitement de quelques maladies de langueur, de rachitisme, etc. M. Robine a également trouvé un moyen d'apprécier la valeur des farines, sur lequel nous reviendrons dans la quinzième leçon.

Clément Désormes, Ternaux, M. Darcet, et beaucoup d'autres, se sont occupés de la conservation des grains ; on a proposé divers systèmes qui n'ont pas complétement réussi. On a récemment résolu le problème d'une manière complète. Avant de décrire ce nouveau procédé, le seul qui

soit employé aujourd'hui avec succès, nous dirons quelques mots des anciens, qui sont encore en usage dans beaucoup de pays.

Les grains sont répandus sur le sol des *greniers*, par tas ou couches de 40 à 50 centimètres de hauteur si le blé est peu âgé, et par couches de 60 à 70 centimètres lorsque le blé a huit ans. L'air peut ainsi traverser ces couches et les dessécher, car, dans l'emmagasinement des grains en grenier, on doit hâter, autant que possible, la dessiccation pour empêcher l'échauffement qui peut résulter de l'humidité. On doit aussi soustraire les grains aux attaques des animaux, tels que les rats, les souris, les oiseaux, les charançons et autres insectes. On comprend facilement que, dans les années d'abondance, la hauteur des couches peut être augmentée de quelques centimètres, mais plusieurs raisons exigent qu'elle ne soit pas trop grande: d'abord le poids considérable du blé; ce poids varie beaucoup suivant sa qualité et son âge; il est ordinairement de 750 kilogrammes le mètre cube; ensuite la nécessité, pour la dessiccation et la conservation, de remuer ces grains par le vannage, ou mieux par le pelletage, ainsi que nous le verrons plus loin (1).

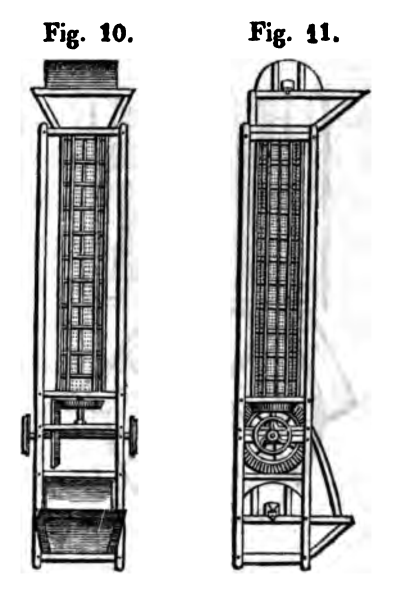
Les greniers ne réunissent pas toutes les conditions nécessaires pour la conservation parfaite des

(1) Le *nettoyage* des grains influe tellement sur sa conservation et sur la qualité de la farine, qu'il nous paraît indis-

s, parce que les mulots, les insectes, et d'au-
ınimaux, y causent des pertes considérables,
ré les soins continuels qu'il faut leur donner.
ı des pays où l'on conserve assez bien le blé
des puits creusés dans le roc; c'est là sans
; ce qui a donné l'idée d'amasser le grain
des fossés ou silos, qu'on garantit du contact
ıumidité ou de l'air. Après avoir battu et net-

ıle d'ajouter cette note. Les instrumens les plus mo-
ı et les plus répandus employés au nettoyage des grains,
1° Le *cylindre vertical*, fig. 10 et fig. 11, armé à l'in-

Fig. 10. Fig. 11.

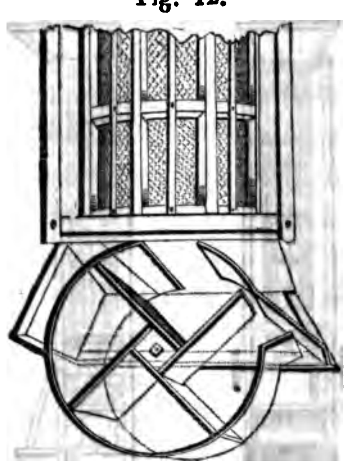


r d'un système d'ailettes qui battent le blé avec vio-
ır des tôles piquées et en détachent ainsi la poussière
ıergie; au-dessus de ce cylindre, on voit dans la fig.
le *tarrare moteur*, et 3° au-dessous le sas à marteaux

toyé le blé, on l'entasse dans une fosse profonde, de la dimension calçulée sur le volume que doit occuper la quantité de blé à conserver. On choisit un sol argileux, dur, homogène, et impénétrable à l'eau; on y creuse une fosse dont on soutient les terres par un revêtement en pierre : souvent, par économie, on ne fait même pas les frais de cette bâtisse, on se borne à dessécher les parois du silo en brûlant de la paille dans le trou, ce qui durcit le sol et le rend compacte (1).

et un ventilateur; 4° le *tarrare ventilateur*, fig. 12, qui chasse le peu de poussière ou de corps légers qui peuvent encore

Fig. 12.



rester dans le blé; 5° le *cylindre horizontal* dont le but est de diviser le blé par grosseur; enfin, à l'issue de ce cylindre, le blé est amené dans la *trémie*, d'où il coule lui-même et par son propre poids dans l'*engreneur*.

(1) M. Darcet a proposé de conserver le blé nécessaire à

On étend au fond du silo un lit de paille, et l'on y verse le grain en le tassant. A mesure que le tas augmente, on dispose de la paille sur le pourtour de manière à ce que le grain en soit entouré. Le blé doit naturellement être d'abord desséché le plus possible. Les charançons et autres insectes qui pourraient s'y trouver meurent, ou du moins ne s'y peuvent reproduire. Quand la masse est arrivée à une hauteur d'environ un mètre, on la recouvre d'un lit de paille, on tasse de la terre par dessus, de manière à former un monticule, pour que les eaux pluviales ne puissent y séjourner et s'infiltrer.

C'est ainsi qu'en Espagne, en Hongrie, etc., on conserve durant plusieurs années des quantités considérables de froment; on appelle, dans ces pays, *matamores,* d'immenses silos creusés à 26 mètres de profondeur dans des sols choisis. Ces espèces de caves sont plancheyées de tous côtés et remplies de blé jusqu'à 23 mètres de hauteur; les 3 mètres restant entre le plancher supérieur et le niveau du sol sont comblés avec de la terre, qu'on laboure et qu'on sème comme le reste du champ. L'égalité de température, la privation d'air et d'humidité suffisent pour empêcher les altérations du grain. Lasteyrie a contribué à importer en France l'heureuse invention des silos; M. de Cases

l'approvisionnement de Paris dans des silos construits sous les fortifications.

et Ternaux ont fait à ce sujet des expériences nombreuses, qui ont prouvé jusqu'à un certain point l'efficacité de ce procédé dans notre climat.

On a encore essayé d'enfermer le blé dans des coffres, mais l'expérience n'a pas été complétement satisfaisante; au bout d'un an la masse du blé était altérée. M. Dejean a imaginé de remplacer les coffres par des caisses en plomb, dont il soudait hermétiquement les joints. Ces caisses ou petites chambres ont le désavantage d'être très coûteuses; leur poids est aussi un inconvénient, parce qu'on ne peut pas les loger dans les greniers.

De tous ces procédés de conservation, celui que nous allons étudier mérite à juste titre la préférence, ainsi que nous l'avons déjà dit.

On sait que l'insecte le plus redoutable par ses ravages, est la calandre du blé ou le charançon (1); il se multiplie parfois en si grande abondance dans les masses de blé des greniers, qu'il ronge tout et ne laisse exactement que le son ou l'enveloppe du grain. Chaque larve, en effet, toujours isolée en chaque grain, s'y loge et grossit à mesure qu'elle en dévore toute la farine. 25 paires de charançons, à la température de 12°, et dans un état tranquille, déterminent en un an une pro-

(1) Insecte coléoptère, à bec allongé, antennes coudées, à élytres durs, les pieds terminés par des crochets qui les aident à se cramponner.

création de 150,000 charançons. Un charançon mange 3 grains de blé, or, comme 100 grains pèsent 4 grammes, les 150 mille charançons détruisent 18 hectolitres de blé. Dans 120 hectolitres de blé, on a trouvé 37,000 charançons qui ont été expulsés en trois jours dans un grenier mécanique (1) (voyez *grenier Vallery*). La chaleur atmosphérique hâte beaucoup les développemens et les dégâts des charançons, tandis que pendant un froid vif ces coléoptères s'engourdissent et sont incapables de nuire. Dès le mois d'avril, sous nos climats tempérés, les charançons pondent et se propagent jusqu'à la mi-septembre; mais sous les climats chauds ils s'accouplent même plus tôt et plus tard encore. On les trouve accouplés si longuement et avec tant de tenacité, qu'on peut les balayer et les transporter en cet état sans qu'ils se séparent. Les reproductions de charançons ont lieu plusieurs fois dans l'année, quoique chaque individu meure après sa génération; il s'écoule de 40 à 45 jours entre l'accouplement ou le dépôt d'un œuf et sa transformation en insecte parfait. D'après des recherches sur ce sujet, une seule paire de ces insectes, pondant à la fin d'avril des œufs dont les individus doivent se multiplier

(1) Indépendamment du charançon, il y a plusieurs autres insectes qui ravagent les grains, entre autres l'*alucite* (insecte lépidoptère), qui attaque de préférence le blé en gerbes dans les champs; quand il pénètre dans les tas de blé des greniers, on le détruit comme le charançon...

jusqu'à la mi-septembre, ou pendant cinq mois, par une température moyenne de 15°, il en naît environ 6,045 charançons.

On peut d'après ces faits juger du nombre énorme des charançons, et de leurs ravages déplorables sous des températures plus chaudes. Les monceaux de blés attaqués ne le sont pas à la superficie, mais bien à quelques pouces de profondeur, afin que l'insecte soit plus à l'abri. Rien ne le décèle à l'extérieur du grain de blé ; celui-ci paraît entier, seulement son poids est moindre, et il surnage l'eau, parce qu'il a été vidé par l'insecte.

Le charançon n'aime pas à être remué par le crible ou la pelle ; alors il déloge et quitte le grain. Il le quitte aussi dans les temps froids, pour chercher un abri plus chaud dans les fentes des planches ou des murs de greniers. Ce ne sont guère que les œufs, ou les larves engourdies, qui passent l'hiver (1).

On a cru pendant bien long-temps qu'en mettant le blé dans des silos ou caves, dont nous avons parlé plus haut, pendant l'hiver, on les garantirait complétement des charançons ; mais on s'est assuré que le criblage et mieux le *pelletage* sont plus efficaces.

On a aussi proposé les fumigations de tabac brûlé,

(1) Quelques fermiers, sur nos conseils, ont badigeonné les murs des greniers avec une dissolution de naphtaline; les charançons contenus dans les fentes ont été détruits, et d'autres n'y sont point revenus.

d'odeurs fortes, même d'acide sulfureux; mais ces essais n'ont produit aucun résultat suffisant. On a encore essayé de soumettre le blé dans des étuves à la température de 70°; à ce degré élevé de chaleur, les charançons sont tués, mais l'embryon du blé, trop desséché, peut perdre sa faculté germinative (2).

L'emploi de la *naphtaline* réussit mieux que ces fumigations, il aurait besoin d'être généralisé; jusqu'à présent on s'en tient au pelletage.

Le froid étant cause de l'engourdissement des charançons, on a proposé un ventilateur capable d'entretenir dans les greniers un air assez frais pour arrêter leur multiplication; ce moyen a été efficace dans plusieurs circonstances.

Mais de tous les appareils connus, le *grenier mobile*, de M. Vallery, est sans contredit le meil-

(1) Un appareil proposé par Robin a servi et sert encore aujourd'hui dans quelques localités pour la conservation des grains. C'est un grand cylindre en tôle, dans l'intérieur duquel serpente un tuyau qui se termine à la partie supérieure du cylindre par une trémie et à la partie inférieure par un *engreneur*. L'intérieur du cylindre est mis en communication avec le tuyau d'une bouillote qui produit de la vapeur; celle-ci, en se répandant dans le cylindre, chauffe le serpentin et trouve une issue à la partie supérieure. Par la trémie qui surmonte le serpentin, on verse du blé, qui, s'écoulant par son propre poids et circulant dans l'appareil chauffé, tombe sec et exempt de charançons, ainsi que de leurs larves, par l'engreneur, dans des sacs disposés pour le recevoir. La conservation du blé par ce procédé coûte de 5 à 10 centimes par hectolitre.

leur et celui qui présente le plus d'avantages, et l'emporte même sur le pelletage à la main.

Duhamel proposa le premier l'emploi des greniers mobiles.

Le grenier mobile de M. Vallery, de Saint-Paul-sur-Risle (Eure), se compose d'un cylindre ou plutôt d'un vase annulaire de 4 mètres de diamètre sur 12 de longueur. Ce vase est divisé en huit compartimens, et, de plus, mobile autour d'un axe. La surface extérieure est percée d'ouvertures pour donner passage à l'air, ouvertures garnies d'une toile métallique assez serrée pour retenir le grain, mais pouvant laisser passer les charançons que la rotation doit mettre en fuite. A une de ses extrémités s'adapte un ventilateur qui, se mouvant en même temps, lance, dans son axe, de l'air qui entre dans les compartimens et s'échappe par la surface extérieure, en vertu de la force centrifuge. Le grain est donc traversé par l'air qui absorbe l'humidité s'il en trouve, et l'agitation chasse ou fait périr les insectes.

La division de la machine en compartimens offre deux avantages marqués : le premier, en fractionnant la masse, de la ventiler et de l'agiter plus facilement ; le second réside dans l'économie de la force à employer. L'appareil se trouve en équilibre par la disposition du blé en parties, dont les poids se détruisent mutuellement ou à peu près ; de sorte que, pour donner au grenier

mobile le mouvement de rotation, il suffit de vaincre seulement les frottemens.

L'économie de force est telle que deux chevaux, employés un jour par semaine, pourraient suffire à manipuler 150,000 hectolitres de grains, ce qui nécessite pendant le même temps l'emploi de 700 hommes, dont la solde s'élève, par hectolitre environ, à 60 centimes, tandis qu'avec le grenier mobile, cette manutention ne revient pas à plus de 5 centimes. Le grenier a encore, sur les moyens actuellement en usage, l'avantage d'expulser du blé les excrémens d'animaux et la poussière s'il en contenait. On peut, avec lui, sécher les récoltes rentrées par un temps humide, et prévenir ainsi la fermentation. Enfin, il renferme, dans un espace donné, une plus grande quantité de grains que par la méthode ordinaire; il économise donc le terrain.

Le prix de ces greniers mobiles n'est pas très fort : les frais de construction ne s'élèvent pas à plus de 2,000 à 2,500 fr. pour 1,000 hectolitres. L'académie de Rouen a donné à l'invention de M. Vallery l'approbation qu'elle méritait. Mais c'est surtout aux sociétés d'agriculture de recommander son emploi aux cultivateurs, chez qui la routine commence, après bien des résistances, à être battue en brèche (1).

(1) Voici quelques expériences fort curieuses qui ont été faites en 1837, par la commission de l'Académie des Sciences.

Première expérience. — Le cylindre de l'appareil d'essai a 1 mètre 17 centimètres de longueur, 70 centimètres de diamètre; il est divisé en plusieurs compartimens. Le lundi, 19 juin 1837, il est rempli au 4/5 de blé du commerce.

Le mercredi suivant, une très grande quantité de charançons, évaluée à 5 ou 6 mille, sont placés avec précaution dans un seul des compartimens. L'observation fait bientôt reconnaître que les charançons se sont réellement installés. Les choses demeurent dans cet état jusqu'au 30; le thermomètre étant resté au-dessus de 14 degrés, les insectes ont pu s'accoupler (la preuve en a été acquise plus tard par les jeunes larves trouvées dans des grains). Cette expérience toute préparatoire a eu pour but de bien laisser établir le charançon dans la masse, afin de s'assurer que la machine a réellement la propriété de le faire déguerpir.

Deuxième expérience. — Une quantité de blé charançonné est extraite, le 30 juin, du premier cylindre, et placée dans un cylindre plus petit, sans compartimens intérieurs, de 1 mètre 28 cent. de longueur, et de 28 centimètres de diamètre. Les douves du petit cylindre sont percées de trous garnis de toiles métalliques à mailles assez grandes pour laisser passer les insectes. Cet appareil est disposé de manière à recevoir un mouvement de rotation lent et continu au moyen d'un gros tourne-broche. Une enceinte carrée, circonscrite par une gouttière de zinc remplie d'eau, est préparée au-dessous du cylindre en mouvement, afin de recueillir les charançons qui chercheraient à fuir. L'appareil fait de cinq à six tours à l'heure. A peine a-t-il commencé à tourner, que l'on voit les charançons sortir par centaines à travers les toiles métalliques, et se laisser tomber dans l'enceinte d'où ils ne peuvent s'échapper. Dès le deuxième jour du mouvement, on n'aperçoit plus que fort peu de charançons, le troisième jour, on n'en voit plus aucun pendant une heure entière d'observation.

Tous les charançons paraissent donc, dès le troisième jour d'agitation, avoir complétement fui. Néanmoins le mouvement est continué sans interruption jusqu'au 24 juillet.

Ce jour, l'appareil étant ouvert, le blé est étendu sur un drap, aucun charançon n'y est aperçu.

Il convenait de s'assurer si, dans une grande masse de grains, les charançons se comporteraient de la même manière. Un appareil de 5 mètres de long sur 2 mètres 33 cent. de diamètre venait d'être établi, par ordre du ministre du commerce, à Paris, rue de Chabrol; sa contenance de 165 hectolitres offrait la possibilité de répéter l'expérience en grand.

L'appareil divisé en huit compartimens fut chargé de 120 hect. seulement, afin de laisser au grain la place de se mouvoir sur lui-même. Le 22 juillet on fit choix pour l'expérience d'une seule des cases. Elle fut infectée de 37,950 charançons. Le cachet de l'académie apposé, le grenier mobile fut mis en mouvement. L'opération, commencée ce jour à midi, dura jusqu'à huit heures. Trois tours de cylindre, opérés en trente minutes, étaient suivis d'un repos de trente minutes; on pensa qu'en agissant ainsi on permettrait mieux aux charançons de sortir. On avait remarqué en effet que beaucoup de charançons prêts à sortir étaient ensevelis de nouveau sous le grain qui s'éboulait sous eux. L'expérience se continua avec les mêmes intermittences le lendemain 23; elle ne fut arrêtée que le 24 à midi après avoir ainsi duré 48 heures.

Dès le premier jour, 22 juillet, les charançons abandonnèrent la case; le second jour, 23, ils fuyaient en grand nombre; le 24, on ne les aperçut plus qu'à de longs intervalles. Les charançons étaient retrouvés courant sur les murs du hangar, ou groupés dans les angles du bâtiment.

Les scellés, levés à 5 heures du soir le 24, permettent de constater les résultats suivans : 10 hect. retirés de la case infestée par les 37,950 charançons, furent étendus sur des draps, et scrupuleusement examinés par quatre personnes qui n'y rencontrèrent aucun insecte; 3 ou 4 hect. restés dans la case, soumis au même examen, ne révélèrent la présence que de vingt charançons; encore doit-on faire remarquer que pendant qu'on procédait à l'examen de la première partie, l'appareil reçut une violente commotion qui a peut-être fait retomber dans la masse du grain des insectes qui déjà en étaient sortis, mais qui adhéraient encore aux parois du cylindre.

De cette expérience il résulte rigoureusement que sur les 37,950 charançons placés dans une des huit cases composant le cylindre chargé de 120 hectolitres de blé, il ne s'est plus retrouvé, après 48 heures de mouvement, dans les 15 hectolitres de la case infestée, que 20 charançons.

Une autre expérience a eu pour objet l'appareil considéré sous le rapport de la ventilation et de la faculté de dessécher le grain.

Le blé contenu dans l'appareil déposé à l'Institut ayant été mouillé, son volume augmenta tellement, qu'il fut nécessaire d'en enlever le sixième pour rétablir dans l'appareil l'espace vide sans lequel le grain, pendant la rotation, ne pouvait prendre de mouvemens sur lui-même.

Le cylindre mis en activité à 4 heures resta exposé à l'aspiration du ventilateur jusqu'à 8 heures du soir. L'expérience, reprise le lendemain matin, fut continuée, et avant le soir le blé était entièrement à sec.

QUINZIEME LEÇON.

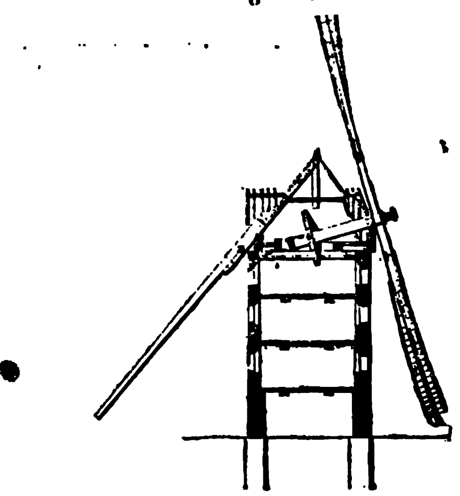
PANIFICATION.

Extraction des farines. — Meunerie (mouture, bluterie). — Conservation et essai des farines (procédé Robine). — Panification. — Panification ancienne et panification continue. *Boulangerie modèle des frères* Mouchot, *au Petit-Montrouge, près Paris. — Hydratation* de la pâte, levain. — *Pétrissage* (geindres, pétrissage-mécanique, pétrisseur-fontaine), fermentation alcoolique, *apprêt* du pain. — *Cuisson* (fours anciens, *four aérotherme de Lemarre et Jametel*).

Nous croyons indispensable de donner à nos lecteurs quelques détails sur l'*extraction des farines* et les différens modes de *monture* suivis en France.

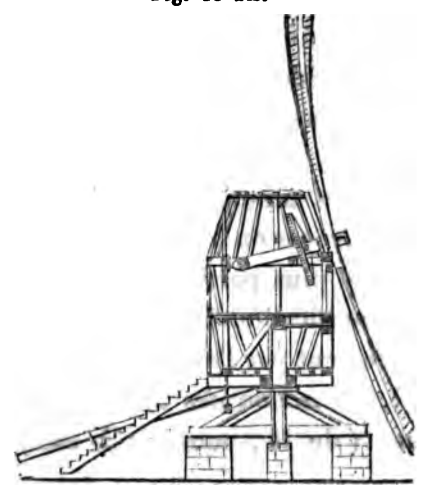
Meunerie. Les moulins sont des mécanismes qui servent à broyer ou à écraser des objets quelconques, mais plus particulièrement les grains propres à la panification. Les moulins peuvent être mis en mouvement par l'*eau*, la *vapeur*, le *vent* (figure 13), la *traction des animaux* et les *bras de l'homme* (de là, moulins à eau, moulins


Fig. 13.



à vapeur, moulins à vent (fig. 13), moulins à manége, et moulins à bras). L'eau est de tous les moteurs celui qui, en France, a présenté jusqu'ici le plus d'avantages.

Fig. 13 bis.



Pour tirer parti de toute la force de l'eau et de celle du vent, il est essentiel d'apporter la plus grande attention à tout ce qui concerne les meules : leur dimension ou diamètre, la qualité de la pierre, leur *équilibrage*, leur *repiquage* ou *rhabillage*. Les meilleures pierres à moulin *faisant de blé farine*, sont celles dont la nature est siliceuse; le nom de *meulières* vient de leur précieuse application. Il en existe en France d'assez nombreuses carrières; les plus renommées sont celles de La Ferté-sous-Jouarre, sur les bords de la Marne. Non seulement c'est là que se fournit de meules une grande partie de la France, et surtout dans le rayon d'approvisionnement de Paris, mais encore il s'y fait de nombreuses expéditions pour l'Angleterre et l'Amérique du Nord.

Les meules dites à la française, ont le plus généralement $2^{m},003$; on en voit aussi un assez grand nombre de $1^{m},624$ à $1^{m},787$; quelques unes ont $2^{m},437$, mais c'est le plus petit nombre; leur épaisseur est de 12 à 15 pouces.

Pour que les meules puissent bien moudre, il faut que leurs surfaces soient parfaitement planes. Une fois les meules bien dressées ou mises *en bon moulage*, on leur donne le rhabillage convenable. C'est là une science, et dans les grands établissemens, il n'y a guère qu'un ou deux ouvriers qui soient au fait de cette importante opération; ainsi que l'indiquent les figures 14 et 15, le rhabillage se divise en plusieurs compartimens contenant

chacun un nombre donné de rayons. Ces compartimens sont ordinairement au nombre de 10 ou 12, en tout sur la surface de la meule 36 à 40 rayons, suivant que la pierre est plus ou moins *éveillée.*

Fig. 14.

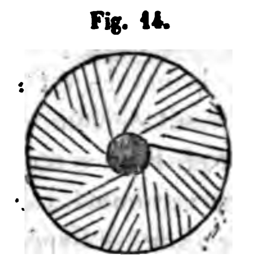
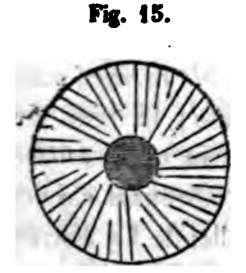
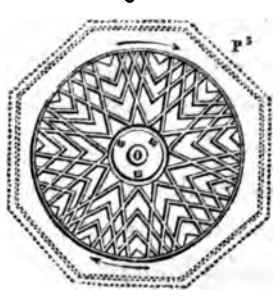


Fig. 15.



Quand les meules sont en travail, leurs cannelures se présentent entre elles, suivant des angles aigus, tels qu'on les voit (fig. 16), de manière à faire pendant le mouvement l'effet d'une cisaille.

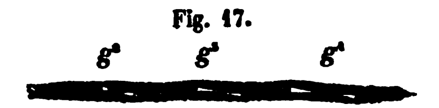
Fig. 16.



Ainsi, vers l'*œillard,* quand une cannelure de la meule supérieure rencontre celle correspondante de la meule inférieure, elles forment à elles deux la figure en g^2 (fig. 17). Le grain de blé se trouve logé entre elles, et va, dans le mouvement,

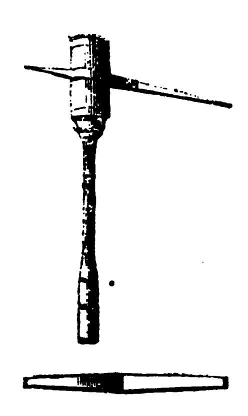
être entraîné de droite à gauche ; à mesure que la meule tourne, sa cannelure glisse successivement sur tous les points de la cannelure inférieure,

Fig. 17.



de telle sorte que le même grain est bientôt développé par l'arête des *arrière-bords*, comme on le voit en g^3 ; lorsqu'il est plus avancé, qu'il est arrivé en g^4, par exemple, il est pulvérisé et amené entre les *surfaces en contact* qui achèvent le travail. Ces surfaces en contact sont garnies de tailles légères et régulières faites au moyen du marteau (fig. 18). L'habileté de l'ouvrier consiste

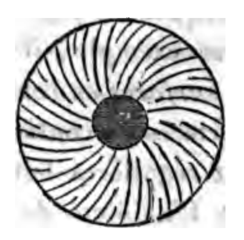
Fig. 18.



à faire les tailles les plus régulières et les plus fines possible.

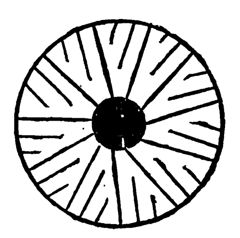
Une paire de meules, avec des blés d'une sécheresse ordinaire, peut travailler de 7 à 8 jours sans avoir besoin d'être rhabillée. Sur un moulin de 7 paires de meules il y en a toujours une paire au rhabillage. Quelques meuniers adoptent le rhabillage *cintré* (fig. 19); rien n'indique que ce système soit plus avantageux.

Fig. 19.



Les *meuniers à la française* ont adopté le *rayonnage anglais,* mais comme, en général, la pierre de leurs meules est plus ouverte, ils multiplient moins les sillons (fig. 20).

Fig. 20.



Les *meules gisantes* reposent sur un plancher A, A, solidement construit, que l'on nomme *béfroi* (fig. 21); elles doivent être placées dans une

horizontalité parfaite, et totalement *cintrées* par rapport au gros fer.

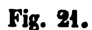
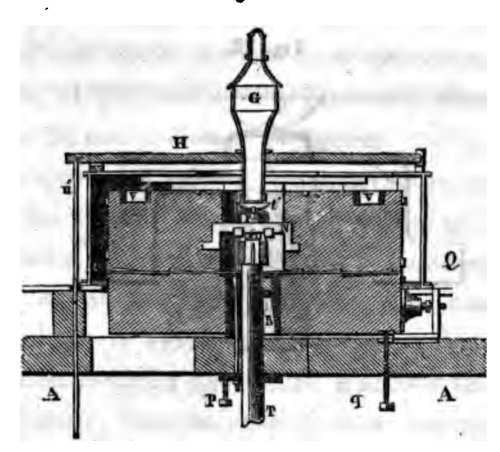


Fig. 21.

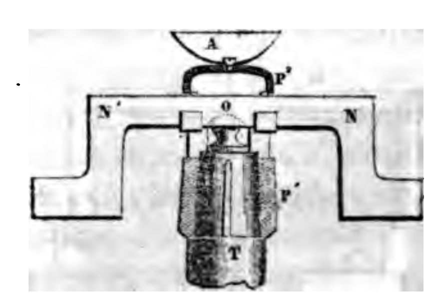


Les meules travaillant avec une vitesse de 120 à 110 révolutions par minute, selon leur diamètre, de 1 ,11 à 1^m,2, chaque paire peut moudre 13 à 16 hectolitres de blé en 24 heures.

La meule courante est suspendue sur la pointe du gros fer au moyen d'un appareil qu'on appelle *anille* (fig. 22). Cette anille se compose d'une traverse NN' en fer forgé, dont les deux bouts recourbés sont encastrés dans la pierre même de la meule. Au juste milieu de cette anille est une cavité semi-circulaire qui reçoit le bout du gros fer T, qui forme boule en O, et qu'on nomme *pointal*. L'*assemblage* se fait au moyen d'un *manchon* en fonte composé de deux pièces ajustées l'une sur l'autre d'une manière fixe. La pièce inférieure P se monte

sur le bout de fer, elle est percée latéralement d'une ouverture traversée par l'anille, dont une partie s'engage dans la pièce supérieure P.

Fig. 22.



Mouture. — Le blé est amené dans un *engreneur* qui le distribue sous la meule; là le grain s'ouvre en plusieurs parties, la farine se détache de l'écorce, et, poussée par la force centrifuge, s'échappe pêle-mêle avec le son par une issue désignée sous le nom d'*anche*. De là cette *mouture* tombe dans des réservoirs qui la serrent dans des sacs, ou mieux encore, elle tombe dans un récipient circulaire qui la transporte dans un réservoir commun, où des *élévateurs* la reprennent et la transportent à leur tour dans une chambre appelée *refroidisseur*. Là, au moyen d'un râteau, elle est mélangée, remuée, refroidie et conduite par une ou deux issues dans des *bluteries* cylindriques qui séparent la farine en différentes qualités, et en retirent entièrement le *son*, qui, à son

tour, est reporté dans des bluteries spéciales, où il se divise en *gros* et *petit* son, *recoupes* ou *recoupettes, fines* et *grosses,* et *remoulages* de diverses blancheurs. Chaque division des bluteries correspond à des cases placées dans une chambre au-dessous, et qui reçoivent séparément chacune des espèces de son ci-dessus désignées.

Il y a quelques années on se servait encore, pour bluter les farines, d'une espèce de *sas* en étamine ou en soie, de 2 mètres et demi à 3 mètres de longueur, appelé *bluteau,* et placé dans une huche qui recevait la mouture au sortir de l'anche. Il était assez difficile de mettre d'accord les meules et le blutage, lorsque celui-ci était commandé ou bien commandait le moulin. Si le bluteau ne tamisait pas aussi vite que le moulin, il fallait retirer du blé aux meules, et alors celles-ci, n'ayant plus leur nourriture suffisante, faisaient de la farine rouge en broyant trop le son. Si, au contraire, le bluteau travaillait plus vite que le moulin ne fournissait, il tamisait mal et laissait passer du son avec la fleur.

On ne tamise aujourd'hui les farines que dans des bluteries cylindriques indépendantes du mouvement des meules, et ce système a été adopté par tous les moulins anciens et modernes. La forme la plus ordinaire de ces bluteries est hexagonale (à six pans); leur longueur varie de 4 à 8 mètres; le diamètre est de 90 à 92 centimètres; leur vitesse de 25 à 30 tours à la minute. Les soies

les plus généralement employées pour ces bluteries sont des soies de Zurich. Une bluterie de 8 mètres, et mieux encore deux bluteries de 4 mètres, suffisent au travail de 4 à 5 paires de meules. Après la farine les derniers compartimens de la bluterie donnent des *gruaux* à remoudre ; ils sont ordinairement avec la farine dans la proportion du 1/6 au 1/8. Le gros son, lorsque la mouture est bien faite, ne doit pas peser plus de 18 à 18 1/2 kilog. l'hectolitre comble; le petit son, 20 kilog.; les recoupettes, 27 à 30; le poids des remoulages ne peut guère être fixé.

La mouture, telle que nous venons de la décrire, est celle usitée le plus généralement aujourd'hui dans le rayon d'approvisionnement de Paris. Bien que tous les moulins de ce rayon n'aient pas encore adopté les petites meules, la plupart cependant ont modifié l'ancienne mouture dite à la française, ou *mouture économique*, de telle sorte qu'ils ont beaucoup moins de marchandises à remoudre; c'est donc là un progrès.

La fabrication de la farine a fait en France de grands progrès depuis vingt à vingt-cinq ans. Nos moulins, autrefois œuvres grossières de charpentiers de village, sont aujourd'hui de véritables manufactures, dans lesquelles s'est exercée, au profit de l'art, la science de nos ingénieurs et de nos mécaniciens; on est ainsi parvenu à donner aux farines plus de blancheur et de qualité.

C'est dans les principales villes, grands centres

de consommation, que se fait sur une échelle un peu importante le commerce des farines. A Paris, la consommation journalière est évaluée, tant pour la boulangerie que pour la pâtisserie, pour le service de la garnison et des hospices, à plus de 350,000 kilogrammes de farine (soit 2,200 sacs de 159 kil. chaque). Cette quantité, dit M. Pommier, nécessite la mise en activité de 275 paires de meules du diamètre de 1^{m},30, employant ensemble à peu près la force de cent chevaux. Cette fabrication est comprise dans un cercle autour de Paris, à des distances diverses, vers la Brie, la Champagne et et la Beauce; ce cercle s'étend jusqu'à trente lieues, vers la Normandie, il ne dépasse guère une dizaine de lieues; puis, vers la Picardie, il s'éloigne jusqu'à vingt lieues environ.

La plus grande partie des farines arrive à Paris par voitures; cependant il en descend, par la Seine, des quantités assez importantes, provenant des usines de Corbeil, Melun, Moret, Provins, Nogent-sur-Seine et Arcis-sur-Aube; puis, par le canal de l'Ourcq, des usines de Meaux et des vallées qui bordent la Marne et l'Ourcq jusqu'à la Ferté-Milon.

Après avoir donné quelques renseignemens sur la *mouture* et le commerce des farines, il est utile de parler des différentes espèces de farines et de leur conservation.

Les principales variétés sont : 1° la farine première qualité, dite farine blanche; 2° la farine

deuxième qualité ; 3° la farine bise. Mais, suivant la nature des blés qui ont été moulus, et suivant la perfection des organes de la mouture, les farines ont plus ou moins de qualités entre les farines vendues sur place comme première qualité, et employées comme telles ; il y a une différence de la dernière à la première marque de 7 à 8 fr. par sac.

La farine est généralement d'une consommation très difficile, et c'est presque toujours une mauvaise spéculation que de la garder en magasin. Quel que soit le mode d'emmagasinage ou de conservation adopté, il arrive, soit à la suite des temps humides, soit par des accidens, que la farine absorbe une assez grande quantité d'eau. Alors les principes immédiats sont disposés à réagir les uns sur les autres ; la farine fermente, s'échauffe, développe des gaz, devient aigre, acquiert une odeur putride ; enfin, elle ne peut plus être employée comme substance alimentaire ; on ne peut plus en tirer d'autre parti que de la vendre aux amidonniers. Pendant les mois d'hiver, d'octobre à avril, la farine n'éprouve aucune altération ; mais au printemps, et même jusqu'à la fin d'avril, elle est sujette à s'altérer et à perdre ainsi beaucoup de sa valeur.

On est souvent forcé par les circonstances commerciales de conserver la farine pendant un laps de temps assez considérable. D'ailleurs, on s'aperçoit, en général, assez à temps des premiers progrès des altérations pour empêcher qu'ils s'accrois-

ent. On connaît divers procédés pour prévenir les altérations des farines, et pour s'opposer à leur développement. Les deux procédés suivans paraissent préférables.

On se hâte d'étendre la farine, aussitôt qu'on s'aperçoit de la plus petite altération, sur une grande surface, et de la porter par portions successives dans une étuve à courant d'air, dont nous avons parlé aux *applications de la chaleur*. Là, elle est étalée en couches d'un pouce, sur des tables en bois, disposées horizontalement, et les unes au-dessus des autres, à 6 ou 8 pouces de distance. Tout autour de cette étuve, de temps en temps, un ouvrier renouvelle la superficie de la farine, en sillonnant avec les dents d'un râteau en bois. Les gaz, l'eau, une grande partie d'acide acétique, se dégagent; le mauvais goût disparaît, et la farine bien desséchée est remise dans les conditions favorables à sa conservation.

Un autre procédé, que nous allons décrire d'après M. Pommier, directeur de l'*Echo des Halles et Marchés*, est aujourd'hui employé avec avantage pour prévenir presque toutes les détériorations que nous avons signalées.

Le magasin où l'on place les farines au printemps doit être bien sec; il faut éviter d'empiler les sacs les uns sur les autres; il faut les placer debout, par rangées et de manière qu'ils ne se touchent pas (1). Dans le moment des fortes chaleurs, on

(1) Dans l'établissement de MM. Mouchot frères, les

doit avoir soin de passer dans les sacs une sonde en fer, comme une baguette de fusil, pour vérifier si l'intérieur d'un sac ne prend pas de chaleur. Si on s'aperçoit que la farine *pelote*, ou qu'elle commence à devenir chaude, il faut avoir soin ou de la vider aussitôt et de la remettre en sacs après vingt-quatre heures, ou de jeter les sacs sur le plancher, de les rouler en divers sens, d'appuyer fortement dessus, de diviser ainsi les parties qui tendraient à s'agglomérer et à fermenter. Ces précautions sont indispensables; car dès que la fermentation commence, si on n'emploie pas la farine, en quelques jours, le sac de farine ne forme plus qu'un seul morceau; on est obligé de le battre pour le vider, et de passer les blocs de farine qu'on en retire sous des rouleaux ou des meules, pour les diviser et les pulvériser; opération coûteuse et qui ne rend jamais à la farine sa qualité primitive; elle est alors comme de la cendre, conserve un goût alcalin, et ne peut plus s'employer seule.

La qualité des blés moulus et la manière de les moudre influent beaucoup sur la conservation des farines. Celle qui provient de blé sec, de blé bien épuré, qui n'a pas été mise chaude dans les sacs,

magasins à farine sont disposés au-dessus des fours. Ils sont clos par des persiennes que l'on ouvre et ferme à volonté, afin de permettre la libre circulation de l'air et de maintenir la température du magasin dans une moyenne de 10 à 15 degrés. Au-dessus, les farines sont susceptibles de fermenter. Cette disposition d'emmagasinement est donc très convenable.

era bien plus long-temps saine que celle qui sera e produit d'un blé naturellement tendre ou avarié u d'une mouture mal soignée.

Les farines qu'on destine aux expéditions maritimes, ou qu'on exporte en Amérique, sont enfernées dans des barils de 200 à 250 kilogrammes, et presque toujours étuvées. Les meuniers de l'Amérique du nord excellent dans ce genre d'industrie, dont ils se sont emparés au détriment de Bordeaux qui le faisait presque exclusivement autrefois, et dont les *minots* étaient beaucoup réputés. Le gouvernement des Etats-Unis a lui-même fixé des règles à suivre pour déterminer la qualité des farines destinées à l'exportation, et frappe les barils après expertise d'une estampille particulière, suivant la qualité de la marchandise qu'ils renferment. Il serait à désirer que ce genre d'industrie reçût chez nous les mêmes soins et les mêmes encouragemens. Marseille, Bordeaux et le Havre seraient à même de faire un commerce profitable avec l'Amérique du sud, et de faire concurrence aux Etats-Unis.

Lorsque les farines ont été avariées et que la dessiccation dont nous venons de parler leur a enlevé la plus grande partie de leurs mauvaises qualités, elles ont cependant moins de valeur, et avec un peu d'habitude, il est facile de reconnaître ces altérations au goût qui leur reste, et que l'on exalte facilement en les délayant dans une petite quantité d'eau tiède. Ces farines avariées, que l'on

a souvent été forcé d'employer pour la nourriture des hommes, dans les années peu abondantes ou défavorables à la récolte du blé, comme à la conservation des farines, ont paru influer sensiblement sur l'hygiène publique.

On reconnaît que la farine de froment est de bonne qualité, à ce qu'elle est bien sèche, absorbe beaucoup d'eau, forme une pâte blanche bien liée, de bonne odeur; que délayée dans l'eau et passée au tamis, elle ne laisse pas de son; qu'elle donne un pain léger, très blanc, d'un goût agréable.

Le procédé d'essai des farines de M. Robine repose sur la propriété qu'a le gluten d'être soluble dans l'acide acétique, qui ne dissout aucune parcelle d'amidon ni l'albumine qu'il contracte; il dissout bien le sucre et une certaine quantité de matière azotée, contenue dans la fécule, mais cela est trop peu appréciable pour qu'il en soit tenu compte. On prend 24 grammes de la farine à essayer, et on la dissout dans autant de fois d'acide acétique à 2° 1/4 de Baumé qu'il y a de 4 grammes dans 24 (186 cent. cubes). M. Robine donne un *aréomètre* sur la tige duquel est indiquée la marque où il doit s'arrêter dans l'acide, c'est-à-dire au 91° degré, rendu encore plus visible par une marque bleue. Quand on a bien agité la farine avec l'acide dilué, on verse le mélange dans un vase conique et on le laisse reposer. L'amidon se précipite bientôt et forme au fond du vase une

couche blanche et serrée ; l'albumine se trouve au-dessus, et la dissolution de gluten surnage le tout, en saturant l'acide acétique par du bicarbonate de soude, dont on peut mettre un léger excès pour s'assurer que l'élimination est complète ; on sépare tout le gluten non altéré, un lavage à l'eau froide et la pression entre des feuilles de papier non collé, ou dans un linge, lui rendent presque toutes ses propriétés normales. Nous reviendrons sur cet essai, en parlant du rendement des farines en *pain*.

La *panification* constitue l'*art du boulanger* (1).

(1) En France surtout, où la masse se nourrit principalement de pain, où, sur les petites comme sur les grandes tables, la qualité du pain est chose essentielle, la boulangerie est non seulement un art de première nécessité, dont l'exercice mérite encouragement et protection, mais sa connexité est telle avec la prospérité publique, que l'administration du pays a voulu le réglementer et le soumettre à un régime de surveillance tout particulier. Dans la plupart de nos grandes villes, c'est l'autorité municipale qui taxe le prix du pain ; c'est elle qui accorde ou qui refuse l'autorisation d'ouvrir un fonds de boulangerie ; c'est elle qui, la loi de 1791 à la main, vérifie le poids du pain et juge les infractions aux réglemens qu'elle a faits.... Sans chercher à enlever à l'administration cette prérogative à laquelle elle tient tant, et que le public aussi (il faut bien le dire, que ce soit un préjugé ou non) considère généralement comme nécessaire, on est en droit de s'étonner que le gouvernement, qui attache tant d'importance à réglementer, ait jusqu'ici montré si peu de souci pour assurer les progrès d'un art si essentiel. Où sont les livres spéciaux qu'il a fait publier ? où sont les écoles qu'il a ouvertes ? où sont les savans qu'il a appelés pour éclairer cette précieuse fabrica-

Elle consiste à mettre sous forme de *pain* la farine des céréales; l'hydratation de la farine pour faire la pâte, le *pétrissage*, la *fermentation* et la *cuisson* de la pâte constituent les différentes phases de la panification. Bien que chacune de ces opérations soit au fond d'une grande simplicité, elles demandent de grands soins et une certaine habileté pour obtenir de bons résultats. Pour faire la pâte, on délaye, en certaines proportions, la farine dans l'eau; soumise à la température de 15 à 18°, elle éprouve une fermentation dont les produits sont de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide carbonique; en cherchant à s'échapper, celui-ci gonfle le gluten qui s'étend comme une membrane visqueuse et constitue, au moment de la

tion ?... Allez à Paris, dans les quartiers les plus obscurs; dans les tavernes les plus dégoûtantes, c'est là que vous trouverez le personnel des garçons boulangers ! c'est là que vous verrez la misère et le vice unis à l'ignorance la plus complète! Étrange insouciance des hommes qui gouvernent! Faisons des vœux pour que le pain, le plus important de tous les objets alimentaires, occupe autrement que comme objet de police l'administration qui veut les conserver sous sa main. Les savans ne manquent pas au pays; qu'elle les encourage, qu'elle les indemnise de leurs travaux, qu'elle leur ouvre des amphithéâtres, et l'obscurité qui règne encore sur bien des points de l'art de la panification, cessera au profit de la moralité et de la santé publique. (*Pommier.*)

Depuis que ces lignes ont été écrites, de nouveaux perfectionnemens ont été apportés dans la panification; quelques uns ont été récompensés par la Société d'encouragement, et de jour en jour cette industrie fait de grands progrès.

cuisson, la légèreté et la qualité digestive du pain. Néanmoins cette fermentation ne serait pas suffisante pour obtenir un pain léger et bien levé. On ajoute ordinairement à la pâte du *levain;* ce n'est autre chose qu'un mélange d'eau, de farine et de *ferment* ou *levure de bière* (1). C'est ordinairement lorsque le levain est ajouté à la pâte, qu'on procède au pétrissage, opération laborieuse et insalubre qui se divise en quatre temps désignés par les *boulangers* sous les noms de *délayure, frase, contrefrase* et 4e *découpage* et *battage.* On *bassine* quelquefois la pâte pour lui faire absorber une plus grande quantité d'eau, quelquefois aussi pour arrêter la fermentation; elle a la propriété de décharger le levain et de rafraîchir la pâte. Pour procéder au bassinage, on jette l'eau sur la pâte, en ayant soin de la découper en dessus, puis on lui donne plusieurs tours. Le bassinage est une excellente opération dont les garçons boulangers sont fort avares, parce qu'elle augmente leur peine.

(1) Le *ferment* est une substance qui se sépare, sous forme de flocons globuleux plus ou moins visqueux, de tous les fruits qui éprouvent la fermentation vineuse. C'est en faisant la bière qu'on se le procure ordinairement; c'est pour cela que, dans le commerce, on le connaît sous le nom de *levure de bière.* Des hommes appelés *levuriers* le vendent à Paris sous forme d'une pâte d'un blanc grisâtre, ferme et cassante. La levure de bière ne possède pas seule la propriété de produire la fermentation alcoolique : le gluten, l'albumine, la matière caséeuse sont dans ce cas. Comme ces matières se trouvent dans la pâte en une proportion assez grande, elles contribuent aussi à sa fermentation.

Les pétrins mécaniques doivent en faire adopter l'usage, en la rendant moins pénible. On emploie du *sel* dans le pétrissage, moins pour donner du goût à la pâte, que pour lui donner ce qu'on appelle du *soutien*. Le sel a aussi la propriété de retarder la fermentation. Les boulangers ont remarqué que plus on faisait les pâtes douces, plus l'emploi du sel était nécessaire; avec des pâtes fermes, on pourrait, à la rigueur, s'en passer.

La *quantité de sel* employé par les boulangers de Paris est à peu près une livre par sac de farine de 159 kil.

Lorsque la pâte est pétrie, on procède à sa division en morceaux plus ou moins gros, suivant la grosseur des pains qu'on veut fabriquer. Cette opération doit être soumise à des règles fixes et telles, qu'après la cuisson qui détermine, par l'évaporation d'une partie de l'eau que la pâte contient, une déperdition au four, le pain conserve le poids fixé par les réglemens (1). Dès que le la pâte est pesée,

(1) Cette *tare* varie selon la fermeté des pâtes fermes. 25 décagrammes (8 onces) de tare sont nécessaires pour des pains de 2 kilogr., tandis que pour des pains de même poids, mais de pâte douce, on est obligé quelquefois de mettre un excédant de poids de 31 à 34 décagr. Pour les pains dits *courts*, les pâtes bâtardes les plus ordinaires à Paris exigent de 28 à 30 décagr. Les pains courts sont plus généralement adoptés à Paris, ils ont environ 16 pouces de longueur. La forme du pain influe beaucoup sur sa déperdition au four. En général, plus les pains sont en croûte, plus ils perdent de leur poids, plus le volume du pain est petit, plus aussi l'é-

on la *tourne* pour la mettre sous forme de pains longs, ronds, fendus, etc. Pesée et tournée, la pâte se met dans des *pannetons;* c'est là qu'elle fermente et prend son apprêt avant d'être mise au four. On ne peut guère déterminer le temps qu'il faut pour l'apprêt de la pâte; c'est la saison, le volume et l'espèce de pain, la température du fournil, et les entraves qu'on oppose ou les facilités qu'on apporte à la fermentation qui doivent servir de règles.

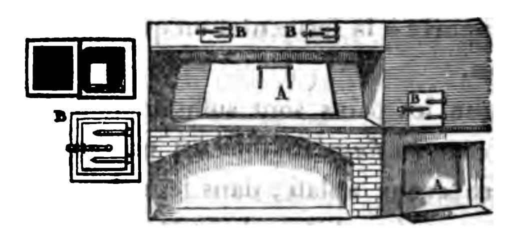
Lorsque les pains sont suffisamment apprêtés, on les porte au *four*. Ce four est une espèce d'hémisphère creux aplati, dans lequel on distingue plusieurs parties : l'âtre, la voûte, le dôme ou la chapelle, la bouche ou entrée, l'autel, les ouras, enfin le dessus et le dessous du four. L'*âtre* est le plancher du four; il doit être de niveau sur la largeur; mais sur une profondeur de 11 pieds on doit le tenir élevé d'un pouce et demi de plus dans le fond qu'à la bouche. La *chapelle* est la voûte; elle est la plus basse possible; plus elle est près de

vaporation est grande. Les boulangers appellent *petit poids* la tare mise dans la balance au moment du pesage de la pâte. Voici à peu près les proportions généralement adoptées :

Pour des pains ronds de 6 kilogr., 61 décagr. (1 liv. 1/4).
Pour ceux de 4 kil., 49 décagr. (1 liv.).
Pour ceux de 3 kil., 43 décagr. (14 onces).
Pour ceux de 2 kil., 28 décagr. (9 onces).
Pour ceux de 1 kil., 18 à 19 décagr. (6 onces). (*Maison rustique du XIXe siècle*, t. III.)

l'âtre, plus le four est *tendre à chauffer.* Les *ouras* sont des conduits au nombre de trois, dont deux BB sont placés à l'extrémité du four sur les côtés, et le troisième au centre de la chapelle, à 4 pieds environ de la bouche ; ils servent à aider la combustion du bois. La *bouche* ou *entrée* A (fig. 23),

Fig. 23.



est d'une largeur proportionnée à la grandeur du four. Il est très essentiel que cette entrée soit garnie d'un bouchoir qui ferme très hermétiquement. L'*autel* est la tablette sur laquelle pose le bouchoir lorsque le four est ouvert. Cette tablette est faite en pierre de taille; elle a environ 9 pouces de longueur. Le *dessus du four* est une place perdue la plupart du temps pour le boulanger, qui pourrait l'utiliser pour le chauffage de l'eau ou pour sécher le bois. Autrefois on ménageait ordinairement le *dessous du four* pour mettre le bois sécher, mais quelque épaisseur que l'on donnât à cette voûte, il en résultait toujours une grande déperdition de chaleur. Maintenant les boulangers, quand la localité le permet, suppriment cette excavation ; le dessous de leur four est entièrement plein. On place

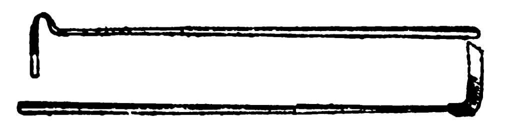
ordinairement dans le massif du four une chaudière, à une hauteur convenable, pour qu'au moyen d'un robinet on puisse verser l'eau qu'elle contient dans les seaux et la porter au pétrin. (La fig. 23 représente un de ces fours anciens vu de face).

Toutes les matières combustibles peuvent servir à chauffer le four, pourvu qu'elles donnent une flamme claire et vive pour échauffer la chapelle, et qu'elles fassent aussi de la braise pour échauffer l'âtre. Le bois (1) est le combustible que jusqu'ici on a préféré; de tous les bois c'est celui de hêtre qui est le meilleur, mais il est généralement cher, et les boulangers de Paris achètent de préférence du bois de bouleau. La chapelle, le fond, la bouche et les deux côtés du four, qu'on appelle quar-

(1) La consommation du bois n'est pas une charge tout entière pour le boulanger, qui retire une grande partie de la valeur de ce bois par la vente de la *braise*. On estime que, pour une cuisson ou six fournées, on consomme un tiers de voie de bois, qui, calculée à raison de 29 fr. 50 cent. rendue dans le magasin du boulanger, donne, pour la consommation de cinq fournées, 9 fr. 83 cent. Une voie de bois brûlé produit 34 boisseaux de braise, qui se vend, taux moyen, 40 cent. le boisseau, ce qui fait, pour le tiers de la voie de bois, 4 fr. 53 cent. La différence par jour est donc de 5 fr. 30 cent. Pour un an, la dépense réelle du bois, pour un boulanger cuisant à Paris six fournées de pain par jour, s'élève à la somme de 1,934 fr. 50 cent. C'est à tort qu'on a prétendu que le boulanger payait entièrement son bois avec le produit de la braise. Dans les quartiers où le boisseau de braise se vend plus cher que 40 cent., les loyers sont aussi plus considérables; il serait injuste de calculer autrement que nous l'avons fait.

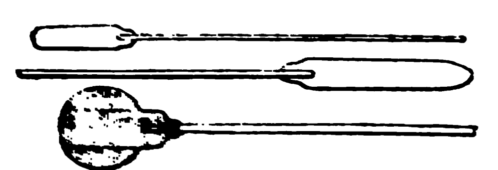
tiers, doivent être également chauffés. Pour cela l'ouvrier s'arme d'un *fourgon* (fig. 24) ou longue

Fig. 24.



perche terminée à l'une de ses extrémités par une tige de fer aplatie, longue et étroite, et remue le bois en combustion en le poussant vers les différentes parties du four. Quand le four est suffisamment chaud, on enfourne le pain à l'aide de pelles de bois et de fer (fig. 25), dont la largeur et la longueur varient suivant le volume et la forme des pains, et suivant les endroits du four où il s'agit de les placer; ces pelles sont solides, légères et flexibles.

Fig. 25.



Dès que le pain est mis au four, la pâte se gonfle, le gaz se dégage, l'air qu'elle contient se dilate, et c'est ainsi que se forment dans l'intérieur du pain les cavités qui indiquent que la pâte a été bien travaillée. C'est à la couleur que la *croûte* acquiert, que l'on juge du temps qu'il faut que le

pain reste au four, temps qui, comme on le conçoit, ne peut être fixé d'une manière absolue.

Voilà donc à peu près la marche des opérations de la boulangerie ancienne. En décrivant la boulangerie continue et mécanique, nous reviendrons sur chacune de ces opérations perfectionnées et telles qu'elles devraient se suivre à peu près partout aujourd'hui.

La boulangerie n'est plus un simple métier, grâce au zèle infatigable et aux heureuses conceptions de MM. Mouchot frères qui ont prouvé qu'elle peut occuper le premier rang parmi les industries les plus avancées. Dans leur boulangerie du Petit-Montrouge, sur la route d'Orléans, près de Paris, chaque opération de la panification, naguère si grossière, y est arrivée à un degré de perfectionnement tel, qu'une simple description n'en peut donner qu'une faible idée. Parmi les différentes phases de la fabrication du pain, trois opérations principales, le pétrissage mécanique, la fermentation de la pâte et la cuisson continue avaient été le but de nombreux efforts de la part des économistes et des ingénieurs les plus distingués. Devenues chacune un problème qui paraissait impossible à résoudre, les frères Mouchot l'ont résolu de la manière la plus ingénieuse avec une habileté et une persévérance des plus remarquables. Ces résultats, toutefois, n'ont pu être obtenus sans les plus grands sacrifices. MM. Mouchot, selon nous, ont fait l'application

corps solides ou autres, placés dans le four, s'y trouvent sous l'impression d'une température qui peut varier à volonté jusqu'à 400°.

Le phénomène inhérent au four et qui embarrasse les savans eux-mêmes, c'est qu'aussitôt que le combustible est en ignition, l'ouverture par laquelle l'air s'introduit est fermée de la manière la plus exacte, lutée même, et que l'ignition continue de la manière la plus complète, quelle que soit la quantité de combustible placée dans le foyer. Il paraît à peu près démontré que l'air nécessaire à la combustion s'introduit sur le foyer par l'effet même de la grande chaleur qui dilate la paroi des murailles et en élargit assez les pores pour que la quantité d'air alimentaire puisse pénétrer (1).

Les avantages de ce four, dans une grande manutention, sont :

1° Une grande économie de combustible ;

2° Une grande économie de main-d'œuvre; car on n'a jamais à mettre le bois dans le four, à l'allumer, à tirer la braise, à balayer les cendres ; il suffit, à chaque 3° ou 4° fournée, de jeter dans le foyer une ou deux pelletées de coke.

3° Une propreté parfaite, le dessous du pain ne pouvant recueillir ni cendre ni charbon. MM. Mouchot emploient maintenant le gaz avec

(1) MM. Mouchot ont supprimé les grilles et bouché le cendrier. On le nettoie tous les quinze jours, et l'on enlève à coups de pioche et de marteau les cendres qui se sont scorifiées.

un grand avantage pour éclairer l'intérieur du four au moment de l'enfournement et du défournement, et pour visiter l'état de la cuisson.

Le gaz vient d'un gazomètre alimenté par une compagnie portant à domicile; un bec près de chaque four est aisément dirigé vers tous les points à éclairer, car il est au bout d'un tube à plusieurs articulations, et que la plus légère impulsion conduit dans l'intérieur ou ramène au dehors.

MM. Mouchot ont ensuite adopté le *pétrissage mécanique.*

Disons un mot du *pétrissage à bras d'homme.* Le garçon boulanger, penché sur le pétrin, soulevant avec effort et à diverses reprises une lourde pâte qui exige une manipulation prompte, exerce un travail des plus pénibles. Au milieu d'une atmosphère d'au moins 20°, il est obligé de travailler nu, et, presque toujours, son corps, lorsqu'il pétrit, est couvert de sueur. Qui n'a pas entendu, en passant auprès d'une boulangerie, ces gémissemens du pétrisseur, cette espèce de cri de souffrance, accompagnement obligé des efforts qu'il est obligé de faire pour élever et battre la pâte? On plaint l'homme condamné chaque nuit à d'aussi durs travaux; peut-être rejetterait-on le pain qui lui a coûté tant de peines, si l'on pensait à quelles impuretés le pétrissage à bras d'homme condamne la fabrication du pain. L'humanité, la propreté si nécessaire dans la préparation des alimens recommandent donc à la fois l'usage des pétrins

mécaniques. Cependant, nous le disons à regret, jusqu'ici la boulangerie de Paris, qui est certainement la boulangerie la plus avancée de France, n'a pas adopté les pétrins qui lui ont été offerts. Dans ce refus, nous faisons bien la part des préjugés, des habitudes, et surtout de la crainte de mécontenter la classe des ouvriers boulangers; mais il faut reconnaître aussi que la plupart des pétrins qui ont été essayés, ne présentaient pas d'avantages sur le travail ordinaire, quant aux frais de manutention, et laissaient aussi beaucoup à désirer sur la qualité de l'ouvrage. La difficulté, à Paris, consiste, dit-on, à faire mécaniquement des pâtes propres au *pain à grigne,* des pâtes qui se fendent nettement et proprement; pour des pains d'autres façons, le travail des pétrins réussit mieux. Cependant, nous ne croyons pas cette difficulté invincible, et pour la meilleure condition du boulanger, comme pour la satisfaction et la santé du consommateur, nous espérons que la boulangerie n'aura plus bientôt que des pétrisseurs mécaniques. (*Maison Rustique du XIXe siècle.*)

MM. Mouchot se servent du pétrin Fontaine. Nous extrayons de l'*Écho des Halles et Marchés* les détails suivans : C'est un tonneau (fig. 27) parfaitement cylindrique, long de 3 pieds et demi et suspendu sur un fort châssis de bois. De la longueur de ce cylindre, une port[illegible] qui s'ouvre pour l'introduction [illegible] l'eau, se ferme hermétique[illegible]

tion d[illegible] é-
compartiments [illegible] met les levains [illegible] e-
d'eau nécessaire [illegible] coulée [illegible] is
on ferme la portion du pétrin [illegible] e
porte ; alors un seul homme, au moyen d'une ma- e
nivelle armée de deux pignons [illegible] il
gaux, met le pétrin en mouvement. La rotation est t.
de quatre tours par minute, 15 minutes, par consé- a
quent 60 tours suffisent pour terminer le pétrissage t,

Fig. 27.



Ce pétrin exige moins de temps [illegible]
été proposés jusqu'à ce jour [illegible]
[illegible] 40 tours de manivelle [illegible]
commencement ou à la fin [illegible]
se manipulant d'elle-même [illegible]
fendre, pendant que [illegible]
peu importe qu'elle [illegible]

[illegible] ment ;
[illegible] ns ne le
[illegible] ettoyage

les se placent dans chaque compartiment avant de pétrir. Ces barres sont en bois mi-plat de 2 pouces de large. La première, mise immédiatement au dessus du levain, est disposée de manière à former une pente assez rapide; la deuxième ne se place que lorsque l'eau et la farine nécessaires sont ajoutées; sa disposition est horizontale et n'est pas déclive comme celle de la première. L'office de ces barres est de traverser la pâte pendant qu'elle tourne avec le cylindre dans lequel elle est enfermée, et, au moyen de la déclivité de l'une de ces barres, la pâte ne peut pas couler sans être atteinte. Ces barres, inertes par elles-mêmes, font à travers l'eau et la farine qui les rencontrent l'effet des bras de l'homme (1).

(1) Indépendamment de la bonté du pétrissage, le pétrin Fontaine offre l'avantage que ne présentent ni celui de Selligue, ni celui de Lasgorseix, ni celui de Ferrand : c'est qu'il se nettoie avec facilité aussi bien que les pétrins ordinaires. Il occupe peu de volume ; sa construction est si simple qu'il coûte moitié moins que les pétrins que nous venons de citer.

M. Fontaine, boulanger, rue de Charonne, fabrique des pétrins de petite dimension pour les fermes et autres établissemens.

Le *pétrin David* est plus compliqué que celui de M. Fontaine, et il exige plus de force à la fin de l'opération qu'au commencement. La figure 28 nous représente ce pétrin. A, cuve en bois sur pivot; B, cône du milieu; C, palettes tournantes; D, axe imprimant le mouvement à tout l'appareil; E, manivelle et volant; P, poche qui distribue la farine dans le pétrin.

Le *pétrin Lasgorseix* (fig. 29). A, auge demi-cylindrique;

Dans la boulangerie de MM. Mouchot, deux pétrins Fontaine perfectionnés sont mis en mouvement par une machine à vapeur de la force de trois

B, appareil des cerceaux ; C, manivelle et volant. Dans une auge demi-cylindrique est horizontalement placé un arbre en fer garni de cerceaux légèrement inclinés. Cet appareil est mis en mouvement par une manivelle armée d'un volant. On conçoit facilement l'effet de ces cerceaux : ils fendent la pâte, puis, lorsqu'elle commence à se lier, ils la soulèvent,

Fig. 28.

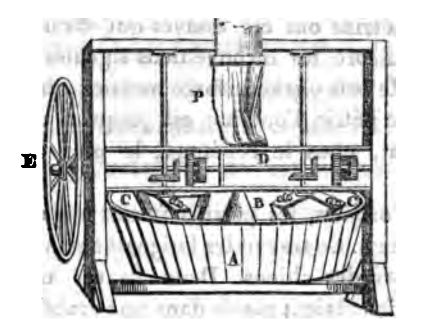
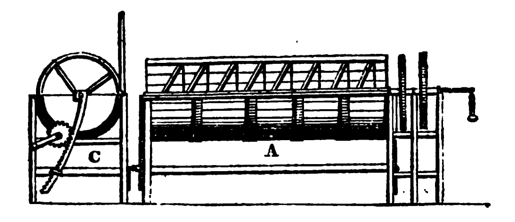


Fig. 29.



la laissent retomber en rubans et l'achèvent parfaitement ; mais ils font mal le délayage des levains, ou du moins ne le font pas assez vite. On a reproché à ce pétrin un nettoyage

chevaux (1); l'un sert à la préparation du levain, et l'autre au pétrissage de la pâte; ils marchent presque simultanément. Le pétrissage du levain

difficile, le refroidissement que les cerceaux impriment à la pâte, puis la force motrice qu'il exige quand le travail s'achève, puis enfin les difficultés des réparations en cas d'accident.

Le *pétrin Ferrand* diffère peu du précédent. C'est aussi une auge demi-cylindrique, dans laquelle tourne un axe en fer, armé de cerceaux. C'est dans la disposition de ces cerceaux que la différence existe.

D'autres pétrins ont été essayés qui offraient à un plus haut degré encore les inconvéniens signalés dans ceux-ci. Cherté dans le prix, grande force motrice, difficulté dans le nettoyage. Le pétrin Fontaine est jusqu'ici celui qui nous paraît réunir, nous le répétons, le plus de chances de succès.

(1) Dans l'origine, les pétrins furent mis en mouvement par des ouvriers. Ce travail les fatiguait beaucoup, ils furent remplacés par des chiens. Deux de ces animaux de la race des mâtins étaient placés dans une grande roue en bois de $3^m,24$ de diamètre, dont l'axe était suspendu par deux triangles en fer; cette roue était enveloppée d'une courroie, qui, par l'intermédiaire d'une poulie et d'un engrenage, transmettait le mouvement au pétrin; un volant de $1^m,46$ de diamètre qui existe encore, aussi que les courroies, servait à régulariser ce mouvement. L'ouvrier faisait entrer les chiens dans la roue où ils agissaient à la manière des écureuils; aussitôt que ces animaux entendaient le bruit de la sonnette, ils s'arrêtaient pour ne repartir qu'au coup de sifflet. Ces chiens étaient si bien habitués à ce genre de travail, ils le comprenaient avec tant d'intelligence, qu'ils en connaissaient la durée; lorsqu'on les relayait, quand il s'agissait d'aller deux par deux à la roue, ils ne se trompaient jamais de compagnon, n'allaient pas plus vite l'un que l'autre, et donnaient au mouvement des pétrins une

l'empêche de s'aigrir et conserve au pain une saveur franche.

L'intérieur du pétrin à levain est divisé en trois compartimens, dans chacun desquels sont placés deux barres mobiles, croisées et superposées à $0^{m},16$ de distance, l'une diagonalement, et l'autre transversalement. Ces barres, qui travaillent et étirent la pâte, sont introduites au moment du pétrissage qui dure de 16 à 18 minutes.

Pendant l'opération, le couvercle du pétrin doit rester hermétiquement fermé. Chaque tour du pétrin est marqué par un compteur sur lequel passe un levier, communiquant avec un frein, pour arrêter le pétrin lorsqu'il en est besoin; en sorte qu'on sait toujours combien de tours a reçus la pâte, ce qui assure au travail une régularité parfaite.

Une sonnette, disposée dans l'intérieur du bâtis, avertit l'ouvrier chargé de la surveillance qu'il est temps, à la moitié du nombre de tours, d'ouvrir le pétrin pour renouveler l'air indispensable à l'action du pétrissage, examiner ses progrès et râcler le peu de farine qui a pu s'attacher dans les an-

assez grande régularité. Cependant plusieurs inconvéniens durent faire abandonner l'emploi de ces bons animaux; entre autres, une malpropreté que chacun comprend et que le mouvement semblait exciter, salissait la roue. On y mettait bien du sable, mais leurs pattes se gonflaient au point de les rendre incapables de travailler.

gles du pétrin, et à la fin pour retirer les barres dites *travailleurs* et mettre le levain dans des corbeilles.

Le pétrin où se fait la pâte dont on doit confectionner le pain est divisé en deux compartimens; mais il est construit comme celui que nous avons décrit plus haut, il n'en diffère que parce qu'il est plus grand.

Chaque compartiment contient environ 200 kil. de pâte, en tout 600 kilog., formés de 640 parties de farine, 160 parties d'eau à une température de 15 à 20°, 367 grammes de levure, un demi kil. de sel gris et 200 kilog. de levain.

Lorsque la pâte est suffisamment travaillée, on la tourne comme à l'ordinaire; celle des pains d'un kilog. se range sur des tablettes garnies d'une toile relevée dans les intervalles. Portés ainsi sur des traverses en avant du four, la dernière fermentation ou l'apprêt se fait à point pour l'enfournement (1).

C'est dans une huche ou récipient à farine de 4^m,2[illegible] de largeur que l'ouvrier puise la farine pour la préparation de la pâte; son couvercle sert de table,

(1) C'est ici le lieu de fixer les idées sur cette fermentation qui n'est autre qu'*alcoolique* et non *panaire*, comme quelques uns l'avaient à tort pensé.

Il suffit de se rappeler la composition de la farine, pour comprendre ce qui se passe lorsqu'elle est délayée dans l'eau et soumise à une température de 16 à 20°. Le gluten et le ferment qu'on y ajoute réagissent sur le sucre, et il y a production d'alcool et d'acide carbonique.

ou mieux de tour, sur laquelle on donne la forme au pain. La farine de la chambre à mélange, qui se trouve immédiatement au-dessus de la huche, y est versée par une poche en cuir. Une chaudière posée au-dessus d'un four donne l'eau chaude; celle-ci arrive, ainsi que l'eau froide, par un tuyau en plomb dans une espèce de récipient muni d'un thermomètre, à l'aide duquel l'ouvrier fait le mélange à la température convenable pour délayer la farine.

Un thermomètre à tige extérieure indique constamment la température de l'intérieur du four. Cette température est entretenue de 280 à 300° centésimaux, et régularisée par un registre qui, interrompant la circulation de l'air au moment où l'on vient de décharger, la rétablit lorsque l'évaporation a fait baisser la température du four.

SEIZIÈME LEÇON.

PANIFICATION. (Suite.)

Compte de fabrication au Petit-Montrouge. — Compte de fabrication d'une boulangerie ordinaire. — Manutention Militaire (pain de munition). — Manutention de la Marine (*pains de M. Rollet. Biscuits*). — Pain de fécule. — Pain de froment avec addition de fécule. — Pain de pommes de terre. — Pains de luxe. (Pain de dextrine). — Panification dite *à la vapeur*. Pain viennois, boulangerie Zang. — Emploi du gluten des amidonneries. — (Pain de gruau, pain à la provençale, pain à thé, pain de gluten.) — De certaines adultérations du pain.

Toutes les dispositions que nous venons d'énumérer dans la boulangerie du Petit-Montrouge assurent une telle exactitude dans les différentes opérations, qu'elles permettent de comprendre la belle apparence et l'extrême régularité des produits. Cette régularité se retrouve jusque dans les nuances de leur coloration extérieure : jamais dans une fournée un pain n'est plus cuit que l'autre. Les pains défournés sont posés debout dans de grands paniers, contenant chacun de 130 à 140 pains de un kilog. chaque ; ils sont amenés sur un plateau glissant entre quatre montans, pour assurer sa di-

rection. Ce plateau, ainsi chargé, est élevé dans la paneterie à l'aide d'un petit treuil qu'un enfant ferait mouvoir. De la paneterie les pains sont placé dans des paniers que l'on roule sur un plan incliné dans la voiture qui les transporte. Un seul pétrin suffit pour alimenter deux grands fours, dans chacun desquels on achève vingt-quatre fournées en vingt-quatre heures ou quarante-huit en tout, donnant chacun 130 kilog. de pain cuit, ou, en totalité, 3,120 kilogrammes dans un seul four.

Pour le chauffage de chaque four, on emploie 300 kilog. de coke, coûtant 14 francs; tandis que le chauffage au bois coûterait 24 francs pour un four de même dimension, mais qui ne donnerait que douze fournées en vingt-quatre heures.

La force mécanique et la main-d'œuvre coûtent 23 francs 50 centimes, au lieu de 38 à 40 francs qu'il en coûterait par les procédés ordinaires (1).

Cinq hommes suffisent pour exécuter toutes les opérations; ils travaillent douze heures, et sont, au bout de ce temps, remplacés par cinq autres, le travail se continuant sans interruption le jour et la nuit.

Voici, en résumant, les principaux avantages des améliorations constatées, par la Société d'Encouragement, dans la boulangerie du Petit-Montrouge, et les conséquences importantes qu'on en doit attendre.

(1) Voici le tableau des frais généraux d'une boulan-

La question, si habilement discutée, du pétrissage mécanique, reçoit une solution aussi simple qu'inattendue.

gerie, cuisant à Paris (taux moyen) trois sacs de farine par jour.

Frais généraux.	*Frais annuels pour 3 sacs.*	*Frais journal. p. 3 sacs.*	*Pour 1 sac.*
1° Achat du fonds de commerce..........	1,620 »	4 43	1 48
2° Loyer..........................	1,600 »	4 38	1 46
3° Contributions..........................	261 40	» 71	» 24
4° Entretien de la manutention, Renouvellement du matériel..................	450 »	1 23	» 41
5° Montage des farines en magasin......	273 75	» 75	» 25
6° et 7° Intérêt du capital placé en farines { chez les boulangers / au dépôt de garant. }	468 »	1 28	» 43
Frais particuliers.			
8° Manutention, paie des ouvriers.......	4,288 75	11 75	3 92
9° Distribution du pain aux ouvriers.....	383 25	1 05	» 35
10° Combustible sans déduction de la braise	1,934 50	5 30	1 77
11° Éclairage du fournil et de la boutique.	292 »	» 80	» 27
12° Levure..........................	365 »	1 »	» 33
13° Sel..........................	273 75	» 75	» 25
14° Remoulage et fleurage.............	65 70	» 18	» 06
15° Taxe de la vérification des poids et mesures..........................	4 32	1 »	» »
16° Transport des farines de la halle à la boulangerie..........................	91 25	» 25	» 08
17° Combustible employé au chauffage de l'eau..........................	54 75	» 15	» 10
TOTAUX............	12,426 42	34 02	11 35

1° L'acquisition a lieu sur le pied de 8,000 à 10,000 francs pour chaque sac fabriqué journellement; c'est en moyenne 27,000 de capital à 6 °/₀, taux de commerce. 1,620 fr. c.

2° Les loyers des boulangers varient suivant le quartier et les localités, de 1,200 à 2,000 fr. et plus, terme moyen. 1,600 fr.

3° Le capital d'un matériel de boulangerie doit être porté à 3,000 fr. au moins.

L'insalubrité de la pénible profession des garçons pétrisseurs disparaît et fait place à une condition confortable, d'un travail peu fatigant.

L'entretien de ce matériel, notamment du four, étant très onéreux, une allocation de 15 °/₀ n'est pas exagérée.	450 fr.
4° et 5° Le boulanger qui cuit trois sacs par jour est tenu à un approvisionnement de 130 sacs. Le prix moyen de la farine doit être porté à 60 fr. les 159 kil.; il faut aussi compter sur cet approvisionnement 6 °/₀ d'intérêts, soit	468 fr.
6° Un geindre, 4 fr. par jour; un aide, 3 fr. 75; un troisième, 2 fr. 75; un porteur de pain, 1 fr. 25. Total 11 fr. 75, soit par an,	4,228 fr. 75 c.
7° Un kilog. de pain par jour, à 35 cent. pour trois ouvriers, 1 fr. 25, plus un petit pain le matin, usage consacré, et le pain consommé la nuit, qu'on peut évaluer à une demi-livre par ouvrier, ci.	383 fr. 25 c.
8° Le prix du bois varie au chantier de 26 à 30 fr. la voie; il faut y ajouter 50 cent. pour le cordage, 1 fr. pour le transport. Total en moyenne.	29 fr. 50 c.
Une voie de bois brûlée produit 34 boisseaux de braise; la braise se vend 40 cent. le boisseau. Total.	13 fr. 60 c.
On emploie pour six fournées de Pains 1/3 de voie de bois, ce qui fait.	9 fr. 83 c.
On en retire pour le 1/3 de braise.	4 fr. 53 c.
Différence constatant les frais de combustible par jour ou 88 cent. 2,000 par journée.	5 fr. 30 c.

Quant aux boulangers, s'il en existe, qui vendent la braise au-dessus de 40 cent.

Les dangers des coalitions entre les geindres cessent, ainsi que les inconvéniens du bruit de leur travail, et les accidens dus à l'incurie ou bien au mauvais vouloir.

La cuisson du pain, rendue plus économique

le boisseau, ils ont, à raison de leur quartier, des frais de maison plus considérables, ci.	1,934 fr. 50 c.
10° Le prix de l'éclairage est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité.	
11° On emploie pour trois sacs de farine de 159 kilog., 1 kilog. 1/4 de levure à 80 c. le kilog. ; 1 fr. par jour.	365 fr.
12° On emploie pour trois sacs 1 kilog. 1/2 de sel à 50 cent., 75 cent. par jour ; par an	273 fr. 75 c.
13° Les quantités de fleurage et de remoulage que fournissent comme son les meuniers vendeurs de farines, sont insuffisantes ; d'ailleurs, la halle n'en fournit pas, et le boulanger achète du tiers au quart de ses farines sur le carreau de la halle.	70 fr.
14° Le prix du transport de la halle chez le boulanger est à la charge de celui-ci. Cette dépense est évaluée en moyenne par an à	91 fr. 25 c.

Il résulte de ce tableau que les frais du boulanger sont plus considérables par chaque sac, que l'allocation que l'administration lui accorde ; mais malgré cette contradiction apparente, les chiffres que nous avons donnés doivent être maintenus. Nous ferons remarquer qu'ils sont le résultat d'une moyenne, et qu'à Paris un boulanger qui ne cuit que trois sacs ou au-dessous, ne parvient à faire honneur à ses engagemens qu'avec la plus grande difficulté, et en apportant sur les frais de tous genres la plus sévère économie.

et plus sûre, n'exige plus ces combustibles dispendieux, et parfois rares, pris parmi les plus coûteuses essences de bois.

La propreté complète qui règne dans toutes les phases de la fabrication, permet d'obtenir des pains parfaitement homogènes dans leur croûte comme dans la mie.

Ces caractères, ainsi que la comparaison entre de tels moyens et ceux de la fabrication usuelle, doivent exciter une telle répulsion contre les dégoûtantes nécessités du pétrissage à force de bras, que l'ancien procédé, insalubre et bruyant, ne pourra sans doute résister long-temps.

Passons maintenant d'un extrême à l'autre, de la boulangerie perfectionnée, à la *manutention militaire,* c'est-à-dire à la fabrication du pain le plus mauvais; le plus mauvais, parce qu'il est fait avec des farines inférieures, provenant de blés mal nettoyés (1), parce qu'il est mal pétri, mal cuit, parce qu'enfin il contient la moitié de son poids d'eau.

(1) Ne serait-il pas dans les intérêts de la guerre de faire soumettre les blés à un nettoyage et à une épuration uniformes qui permettraient d'employer toutes les qualités de blés, préserveraient l'armée des affections intestinales qui conduisent, à certaines époques, des régimens entiers à l'hôpital, et assureraient enfin au soldat une nourriture agréable et saine? Ainsi, dans les années où le blé noir (blé noirci par la carie) est abondant, du mauvais nettoyage préalable que l'on fait subir aux grains, résulte nécessairement une farine noircie et contenant des principes vénéneux que la cuisson du pain ne

On n'emploie pas de levure pour faire le pain de munition, on se sert de vieille pâte, en partie passée à l'état aigre; l'alcool de la première fermentation s'étant transformé en acide acétique et en acide lactique, ces corps réagissent sur le gluten, auquel ils enlèvent, comme nous le savons, la propriété de se gonfler.

A Paris, par exception, le pain de munition se fabrique avec un assortiment de farine ainsi composé :

Deux cinquièmes farine dite *deuxième :* ce sont les farines immédiatement au-dessous de celles propres à la boulangerie de Paris.

Deux cinquièmes farine dite *troisième :* première qualité des farines bises.

Un cinquième farine dite *quatrième :* dernière qualité, au-dessous de laquelle viennent immédiatement les remoulages.

Ce mélange donne un pain dont la couleur est assez bonne, mais son défaut, comme celui de toutes les autres pâtes, c'est de n'être pas assez pétri; on y fait entrer une grande quantité de levain, préparé comme nous venons de le dire, et on le met bien vite dans un four très chaud, qui le *saisit,* forme une croûte épaisse, tandis que la mie n'a pas le temps de cuire.

détruit pas et qui attaquent la santé du soldat ; quelques frais de plus dans l'épuration des blés et la confection du pain de munition seraient plus que compensés par les économies que l'on ferait sur les frais d'hôpital.

Dans la manutention militaire du quai de Billy, on emploie, par jour, 16 sacs ou 2,544 kilog. de farine; on les mélange avec 1,800 kilog. d'eau et 4 kilog. de sel, ce qui donne 4,348 kilog. de pâte pour 11 fournées; ces 4,348 kilog. de pâte perdent au four 621 kilog.; produit: 3,727 kilog. de pain. Six hommes sont employés à cette manutention, trois boulangers, deux geindres et un chauffeur; on consomme 880 kilogrammes de bois de bouleau sec.

M. Rollet, boulanger de la marine, a perfectionné la fabrication de ses pains en séparant, par le tamisage, le son des farines brutes, en l'arrosant sur un tamis, et recueillant l'eau de lavage dans des vases. Dans cette opération, l'eau sépare du son une certaine quantité de matière sucrée, d'amidon et d'albumine, qui concourent à bonifier, pour ainsi dire, la farine à laquelle on ajoute l'eau qui retient ces matières en suspension ou en dissolution, pour préparer la pâte; le son grossier se trouvant ainsi éliminé, le pain n'en est que plus blanc et plus délicat. Ce son humide peut être avantageusement employé pour la nourriture des porcs; telle est l'application qu'en fait M. Rollet. Comme on le voit, ce procédé est fort simple, aussi n'en est-il que plus ingénieux : ce qui le prouve, c'est la comparaison des produits obtenus à l'aide des procédés ordinaires avec ceux de M. Rollet. La même quantité de farine donne, dans le premier cas, du pain bis, et dans le se-

cond, lorsque le son est soumis au lavage, autant de pain demi-blanc (1).

Le *biscuit* est une sorte de pain très mince et très sec, sous forme de petites galettes, et destiné à la nourriture des marins pendant les voyages de long cours; il doit être fabriqué avec de la farine d'excellente qualité : c'est pourquoi M. Robine a, dans ces derniers temps, cherché à y introduire une certaine quantité de gluten, et paraît avoir obtenu des résultats assez satisfaisans (voyez plus loin *Applications du gluten des amidonneries*). Dans nos ports de mer, on prépare les biscuits en prenant un levain jeune dans la proportion de 1/2 kilog. de levure pour 1 kilog. de farine. Le délayage des levains se fait comme pour le pain; mais on fait la pâte beaucoup plus ferme. Le pétrissage fini, on travaille la pâte par parties, en donnant à chacune d'elles la forme d'une galette ronde et aplatie; on les dispose ensuite sur des tables ou des planches qu'on porte dans un lieu frais ou à l'air, afin qu'il ne s'opère presque point de fermentation. Cela terminé, on chauffe le four bien moins que pour cuire le pain, et, dès qu'on a tourné la dernière galette, on commence à enfourner la première. On les perce, avec un instrument de fer, de plu-

(1) Si de 100 kilog. de farine brute on sépare 20 kilog. de son, celui-ci rendra par le lavage 9 kilog. de matière, et l'on obtiendra 122 kilog. de pain ; tandis que 100 kilog. de la même farine dont on séparera 12 kilog. de son qu'on ne lavera pas, donneront 122 kilog. de pain bis.

urs trous à la surface, afin de favoriser la cuisn et l'évaporation de l'humidité. Pour que la lette soit à son point de cuite, elle doit rester iviron deux heures dans le four, qui n'est chauffé i'à environ 200°. Au bout de ce temps, on les tire du four avec précaution, et on les place ins des caisses contenant de 25 à 50 kilog., qu'on orte dans une étuve, ordinairement placée auessus du four. C'est là que le biscuit achève de erdre son humidité et se dessèche complètement. In ne met pas de sel dans la pâte qui sert à faire e biscuit, dans la crainte qu'il n'attire l'humidité le l'air. Le biscuit bien fait, et de bonne qualité, st sec et cassant. Sa couleur est jaune-brunâtre; a cassure est vitreuse ; sa mie sèche et blanche, lle se gonfle beaucoup dans l'eau, sans aller au fond et se diviser en miettes. Les Anglais le préparent sans levain, aussi est-il presque toujours fade, d'un blanc mat, et ne trempe pas bien. L'addition du gluten lui procure un goût plus agréable que celui qu'il possède ordinairement, et lui donne la propriété de se gonfler davantage dans l'eau. Il serait à désirer qu'on s'occupât d'en fabriquer une grande quantité de cette manière, afin d'en faire un essai dans un de nos ports de mer. Il y a tout lieu de croire que ces biscuits seraient d'un usage plus agréable pour le marin, et présenteraient, sous le même volume, une plus grande proportion de matière nutritive.

Faire du pain avec la *fécule de pommes de terre,*

avec les *pommes de terre*, le *riz*, *etc.*, est une question agitée depuis bien long-temps, qui n'a pas encore trouvé de solution et qui paraît n'en point devoir trouver de long-temps. En effet, pouvoir venir au devant des années de disette en amassant de grandes quantités de fécule dont on pourrait faire du pain, préparer en tout temps pour le pauvre un pain économique, voilà deux points d'une énorme importance; mais la fécule seule n'est point *panifiable*, et elle est loin de posséder les propriétés nutritives du pain de blé; de plus, elle a l'inconvénient grave de fatiguer le goût de ceux qui en veulent faire un usage prolongé par une sorte de saveur nauséabonde et une odeur particulière, peu définissables d'abord, et qui deviennent de plus en plus sensibles au bout de quelques jours, à tel point qu'on est obligé d'y renoncer. Les essais de l'illustre physicien Savart n'ont laissé aucun doute à ce sujet. Il essaya de faire usage de pain dans lequel était entré 50 pour cent de fécule; il fut forcé d'y renoncer au bout de quinze jours. Voulant reconnaître si ce pain pouvait se conserver long-temps sans altération, il en coupa un en deux qu'il mit dans un cabinet fermé; en entrant dans le cabinet on sentait bientôt une odeur nauséabonde qu'auraient à peine développée 600,000 hectolitres de fécule sèche. Comme on le voit, cette odeur ne peut être attribuée qu'à la présence de cette huile essentielle de pommes de terre dont nous avons déjà parlé (*hydrure d'ancyle*), et qui semble se

produire en abondance pendant la cuisson de la fécule. La pomme de terre cuite ne présente point cet inconvénient; c'est pourquoi l'on a cherché tous les moyens possibles de la mettre sous forme de pain, et la Société d'Encouragement a même proposé un prix à celui qui serait assez heureux pour obtenir ce résultat. Nous ne voyons pas toutefois que l'on puisse trouver la panification de la pomme de terre un avantage beaucoup plus grand que celui qu'on retire de la pomme de terre cuite simplement; n'est-ce pas en effet du *pain tout fait?* et de quelque manière que vous accommodiez ce précieux tubercule, n'obtenez-vous pas un aliment sain et d'un goût généralement aimé? A la vérité, on nous objectera que la pomme de terre est lourde à transporter, parce qu'elle contient un parenchyme et une eau de végétation qui forment au moins les deux tiers de son poids; mais la pomme de terre n'est-elle pas cultivée aujourd'hui à peu près partout? La farine de pomme de terre cuite, desséchée et unie à une petite portion de farine de blé, a fourni à M. Robine des pains d'une assez bonne apparence, mais dont le goût n'est pas aussi satisfaisant; si l'on parvenait à priver la fécule, par un procédé économique, de l'inconvénient que nous avons signalé plus haut, ce serait certainement ce qu'il y a de mieux (1).

(1) On a également proposé l'emploi du riz pour la panification. Nous pourrions dire à propos du riz ce que nous

On appelle *pains de luxe* ceux qui ne sont point soumis à la taxe ni pour le poids ni pour le prix, ce qui permet à quelques boulangers, qui en font un grand débit, de réaliser un bénéfice assez important. Les pains de luxe diffèrent entre eux par la qualité des farines, par leur forme, la manière dont ils sont travaillés, etc. Depuis quelques années les boulangers de Paris ont fait de grands progrès dans

avons dit de la pomme de terre. Voici du reste comment s'exprime M. Raspail à ce sujet : « Il ne faut pas dire : le pain fait avec du riz sera plus ou moins nutritif, parce que le riz suffit ou ne suffit pas à la nourriture de certaines peuplades ; mais seulement il faudra demander à l'expérience de l'alimentation les moyens de décider que, dans telle localité, telle substance est plus alimentaire qu'une autre. Ce n'est pas le rendement, c'est-à-dire *l'augmentation du poids*, qui peut permettre de préjuger la question; car l'augmentation de poids est due à la partie aqueuse, et l'eau absorbée pendant le repos est tout aussi bonne pour l'alimentation que le surcroît de l'eau absorbée par la pâte. Il faut de l'eau pour favoriser la fermentation première ; mais une fois que la fermentation s'établit avec une quantité d'eau donnée, le surplus n'ajoute qu'un poids absolument inerte à la masse.

« On a fait beaucoup d'expériences sur la panification depuis 60 ans ; mais on a toujours désespéré d'associer avec succès à la farine de froment le riz et la fécule de pommes de terre. Nous ne saurions blâmer les efforts que font les simples particuliers pour arriver à un résultat, car leurs succès ne pourraient que profiter aux consommateurs ; mais nous préfèrerions apprendre que l'esprit des observations se porte plutôt vers l'art d'augmenter la production des substances alimentaires de première qualité que vers les moyens d'en diminuer la consommation en les associant à des substances d'une qualité inférieure. »

la fabrication des pains de luxe ; ils rivalisent entre eux pour la variété et la beauté de leurs produits. Au milieu de ces perfectionnemens, qui ont leur importance, nous signalerons quelques espèces de pains et des procédés fort recommandables. L'extension de cette partie de la panification a nécessité des frais de boutique considérables, et l'on cite aujourd'hui plusieurs boulangeries pour leur luxe et leur élégance. Ce progrès, il faut l'avouer, était bien désirable ; les boulangeries ont été pendant assez long-temps mal tenues et d'un aspect misérable. Enfin, tout récemment, la *braise* vient d'être achetée par une compagnie, et elle ne se vend plus chez le boulanger ; il faut donc croire que toutes ces dispositions permettront d'obtenir une grande propreté, non seulement dans le magasin, mais dans toutes les parties de l'établissement et dans toutes les phases de la fabrication.

MM. Mouchot imaginèrent, il y a quelques années, d'introduire dans la pâte du sirop de dextrine. Le sirop de dextrine a l'avantage de fournir de l'alcool et de l'acide carbonique en fermentant dans la pâte, ce qui la rend plus légère, et de lui communiquer une saveur fort agréable ; il faut, toutefois, que le sirop de dextrine ne soit pas en excès, parce que le pain conserve une saveur sucrée trop prononcée, et l'on comprend qu'un pain ne doit pas avoir de goût trop dominant, parce qu'alors il masque la saveur des autres alimens et

fatigue bientôt (1). Le pain de dextrine peut se conserver très long-temps sans s'altérer; en effet, le sucre, agent conservateur de toutes les substances animales, empêche que le gluten ne se décompose (on sait que le gluten est une substance quasi-animale). MM. Mouchot font observer que le pain de dextrine doit être préparé avec le sirop de dextrine obtenu par la diastase. Il paraît que le sucre de fécule obtenu par l'acide sulfurique communique au pain une âcreté plus ou moins grande et toujours désagréable (2).

Depuis quelque temps, à Paris, on vend des pains dits *cuits à la vapeur*. Il s'agit d'expliquer ce que l'on entend par là.

On avait remarqué depuis long-temps, à Vienne, qu'en nettoyant la sole du four avec un bouchon de paille mouillée, la fournée était plus belle et la croûte du pain était plus dorée. On pensa avec raison qu'il fallait attribuer ce résultat à la vapeur d'eau qui, en se condensant, retombait sur les pains. Dès lors, on donna à la sole du four une pente inclinée de environ $0^{m},30$ sur un mètre, la voûte se trouvant surbaissée à la partie antérieure,

(1) En général, les matières alimentaires dont nous faisons une consommation de chaque jour ne doivent pas avoir une saveur trop prononcée; cela nous explique pourquoi l'on ne se lasse pas, par exemple, de pain, de pommes de terre, de vin ordinaire, etc.

(2) On trouve des pains de dextrine lorsqu'on les commande, chez M. Mouchot, rue de Grenelle-Saint-Germain, et chez M. Robine, rue de l'Arcade.

et une fois l'enfournement achevé, on tint l'entrée du four bouchée avec un tampon de paille mouillée ; cette disposition permit à la vapeur de retomber sur les pains et d'obtenir une croûte dorée et luisante comme si on l'avait préalablement couverte d'une dissolution de jaune d'œuf. Voilà en quoi consiste la cuisson à la vapeur des pains dits *Viennois*, que l'on trouve chez M. Zang, boulanger, rue Richelieu (1).

C'est, comme on sait, au gluten qu'est due la légèreté plus ou moins grande du pain; aussi les *pains de gruau*, qui sont fabriqués avec la farine la plus riche en gluten, sont-ils remarquables par leur légèreté en même temps que par leur blancheur et leur bon goût. On a pensé avec raison que si l'on pouvait ajouter à la pâte une certaine quantité de gluten, on obtiendrait des pains encore plus légers et plus agréables. Aussi commence-t-on à employer le gluten, qu'on extrait de la farine, dans quelques amidonneries, d'après un nouveau procédé (17ᵉ leçon). On conçoit que si le boulan-

(1) Il paraît d'abord peu possible qu'on puisse cuire du pain par la vapeur, vu la température trop faible que l'on obtient, même à l'aide d'une forte pression. Il serait cependant possible qu'on arrivât un jour à cuire le pain de cette manière ; pour cela, il faudrait faire passer, sans pression, de la vapeur d'eau à travers un serpentin en fonte ou en fer, chauffé extérieurement à près de 300°, en sorte que, échauffée très fortement, elle pourrait arriver dans un four à la température suffisante pour la cuisson. MM. Thomas et Laurens sont parvenus, en échauffant ainsi la vapeur, à calciner des os.

ger devait préparer lui-même le gluten, le pain lui reviendrait fort cher, et cette fabrication ne serait point praticable; aussi n'a-t-on dû songer à cette application que lorsqu'on a vu la possibilité de se procurer à bas prix de grandes quantités de cette matière. M. Robine prépare de cette manière, avec succès, des pains de gruau *dits à la provençale* et des *pains à thé*, dont la pâte est, comme on sait, bien liée et fort légère (1).

(1) Les boulangers ont deux manières de travailler les *pains de gruau*, suivant la quantité qu'ils débitent.

Celui qui n'en a qu'un faible débit est obligé de les faire sur le *levain artificiel*, lequel se prépare ainsi : Vers les 3 ou 4 heures du matin, assez généralement au moment où la quatrième fournée est finie de pétrir, on délaye dans un litre d'eau 1/4 de livre de levure; quand ce délayage est opéré, on y introduit trois ou quatre livres de farine de *gruau sassé;* puis on pétrit le tout. On y ajoute aussitôt le même poids en pâte grise sur la fournée qu'on vient de pétrir; on laisse reposer ce premier levain environ 1 heure. Au bout de ce temps, on coule 3 ou 4 litres d'eau, auxquels on ajoute 1 once de sel et 12 à 15 livres de farine de gruau, et l'on pétrit le tout de manière à faire une bonne pâte bâtarde. La quantité d'eau, de levure et de bière que nous venons d'indiquer n'est là que comme proportion, qu'il faudrait augmenter ou diminuer selon le débit. Dans les maisons où la consommation est assez importante, on opère à peu près comme pour le pain ordinaire. On a un levain exprès, qu'on rafraîchit deux fois seulement. Les proportions de ce levain sont à peu près les mêmes que pour la panification ordinaire. Ce mode de travail est toujours plus sûr que celui sur le levain artificiel. Dans ce dernier cas, il arrive fréquemment, à moins de soins qu'il est presque impossible d'exiger des ouvriers, que la température agit sur le levain, pousse trop à son apprêt, et que la qualité et

Nous avons déjà parlé des *pains de gluten* employés pour le traitement des diabétiques ; nous rappellerons ici que ces pains de luxe, dans la confection desquels il entre une proportion plus ou moins grande de gluten, sont employés avec succès dans quelques convalescences, et deviendront de plus en plus communs à mesure qu'ils seront mieux connus et que les amidonneries qui fournissent le gluten auront pris plus d'extension.

On a peine à comprendre comment cette sub-

la saveur du pain én sont altérées. Les *pains à café* se font avec de la pâte qu'on mouille pour la rendre mollette, et que l'on pétrit bien pour la rendre très légère et soufflée. Il y a des boulangers qui se servent de pâte ordinaire ; d'autres emploient des farines de gruau secondaires. C'est avec la pâte du pain à café que l'on fait les pains mollets de tout poids et les pains dits *à soupe*. Ces derniers, extrêmement minces et allongés, sont tout en croûte lorsqu'ils sont cuits.

Les pains de luxe, dits *navette*, *flûte crevée*, *pains de tête*, etc., se font avec de la pâte ordinaire, sans travail particulier ; seulement quelques boulangers ont soin de mettre à l'air la quantité de pâte nécessaire pour ces sortes de pains, afin qu'elle n'ait pas trop d'apprêt au moment de la tourner. On prépare aussi des pains de luxe en se servant de lait pour pétrir la pâte : ils sont plus généralement connus sous le nom de *pains au lait*.

Le seigle contient moins de gluten que le blé ; c'est à cette différence qu'il faut attribuer l'infériorité de sa panification, comparée à celle du blé. Dans certaines localités de la France et dans le nord de l'Allemagne, le peuple ne se nourrit que de pain de seigle. Il faut employer plus de levain que pour le blé, couler l'eau plus chaude, tenir la pâte plus ferme, y mettre moins de sel, et la laisser plus long-temps au four.

stance, si nécessaire à l'alimentation de tous, du pauvre comme du riche, a pu servir de but à la cupidité des fraudeurs, ou plutôt on doit se demander s'il n'est pas des gens qui, par une ignorance plus ou moins grande, ont pensé qu'ils amélioreraient le pain en y ajoutant des substances étrangères, substances qui peuvent, dans certains cas, produire de grands accidens; dans d'autres, déterminer des maladies dont on ne connaît pas souvent la source ni la cause. Les matières qui ont été jusqu'ici trouvées dans le pain sont : 1° l'alun, 2° le carbonate de magnésie, 3° le sulfate de cuivre, 4° le sulfate de zinc, 5° le carbonate d'ammoniaque, 6° le carbonate et le bicarbonate de potasse, 7° la fécule, 8° la farine de féveroles, 9° le carbonate de chaux, etc.

C'est en Angleterre que l'on a reconnu pour la première fois la présence de l'*alun* dans le pain. Il paraît que depuis long-temps les boulangers anglais emploient cette méthode dans le but d'obtenir un pain plus blanc avec une quantité de farine inférieure. A Paris, ces mélanges ont été faits en 1827; plusieurs chimistes ont constaté la présence de ce sel dans divers pains fabriqués à Paris. Aujourd'hui ce mélange est presque abandonné. L'action styptique de l'alun étant journalière, peut déterminer des accidens plus ou moins graves et des affections maladives de l'estomac, surtout chez les personnes d'une faible constitution. Les acci-

d'ens causés par l'alun peuvent être très graves (1).

L'emploi du *carbonate de magnésie* a été proposé pour la fabrication du pain avec des farines de mauvaise qualité. M. Edmond Davy a vu qu'un gram. ou deux de ce sel, unis exactement à 453 gram. de farine de mauvaise qualité, amélioraient matériellement celle du pain fabriqué avec ce mélange.

Le carbonate de magnésie ne produit aucun effet sur la levée du pain; il lui donne seulement une couleur jaunâtre, qui modifie la teinte sombre de quelques farines de qualités inférieures. Nous pensons qu'un tel mélange ne doit pas être fait par le boulanger, qui n'est pas apte à juger si ce mélange est plus ou moins préjudiciable à la santé. Le carbonate de magnésie introduit dans le pain ne peut que nuire à la santé. En effet, le carbonate de magnésie ne se transforme pas, comme on l'a cru, en magnésie pendant la cuisson; mais, étant en contact pendant la panification avec l'acide qui se forme lors de la fermentation, il se trouve converti en acétate de magnésie, qui jouit de propriétés purgatives très prononcées; on doit donc proscrire l'emploi de cette méthode.

L'introduction du *sulfate de cuivre* a été signalée plusieurs fois, et cette pratique s'exerce encore en Belgique, malgré la surveillance de la police.

(1) Voyez pour plus de détails l'*Essai sur les falsifications qu'on fait subir au pain*, par MM. Parisot et Robine.

En Belgique, plusieurs arrestations ont été faites. En France, cet emploi a été constaté, mais à une époque déjà éloignée de nous. Les dangers d'un aliment ainsi empoisonné sont faciles à comprendre, puisque le sulfate de cuivre est un des poisons les plus redoutables : aussi a-t-on plusieurs exemples d'accidens causés par l'emploi du pain contenant du sulfate de cuivre. On a employé, à ce qu'il paraît, le sulfate de cuivre dans la panification, pour aider à la fermentation, empêcher le pain de pousser plat, et aussi dans le but de retenir, dans cet aliment, une plus grande quantité d'eau. M. Kuhlmann établit que le sulfate de cuivre exerce une action très énergique sur la fermentation et la levée du pain ; elle se manifeste de la manière la plus sensible, selon lui, quand ce sel n'entre que pour 1/70000, ce qui fait une partie de cuivre sur 300,000 de pain, ou 5 centigrammes (un grain) pour 3,750 grammes (7 livres et demie) de pain, dose moindre que celle qui était ajoutée par les boulangers. On a observé en Belgique, où cette adultération se renouvelle assez fréquemment, que les quantités de sulfate qu'ils emploient, varient suivant la qualité des farines.

Il paraît positif que le *sulfate de zinc* a été employé par certains boulangers, principalement en Belgique, dans le but, disent-ils, d'obtenir du pain plus blanc, et de lui donner une teinte plus belle. D'après M. Kuhlmann, il agirait de la même façon que le sulfate de cuivre, mais d'une manière

noins marquée. L'emploi de ce sel ne doit pas être fait, car étant vomitif, il peut occasionner des accidens, principalement chez les personnes délicates.

Le *carbonate d'ammoniaque* a été employé, pour la première fois, en Angleterre, pour pouvoir faire du pain avec de la farine gâtée; en France, on s'en sert pour rendre le pain plus léger, plus poreux; dans la pâtisserie on en fait une grande consommation. Plusieurs personnes pensent que ce sel, introduit dans le pain, ne peut occasionner aucun accident; nous croyons qu'il en est autrement, car le carbonate d'ammoniaque étant transformé en acétate d'ammoniaque, restant dans le pain, celui-ci retient un sel stimulant qui peut avoir de l'action sur l'économie animale, principalement chez les personnes qui consomment beaucoup de pain. En général, les falsifications du pain sont plus dangereuses pour la classe pauvre, qui n'a, pour ainsi dire, pour toute nourriture que du pain, que pour la classe riche, qui en fait, comparativement, une très faible consommation.

Plusieurs auteurs ont prétendu que le carbonate d'ammoniaque, introduit dans le pain, se convertissait, pendant la cuisson, en gaz, qui, soulevant la pâte, la rendait poreuse en formant des bulles, et qu'il ne restait aucun vestige de sel ammoniacal dans le pain; il en est autrement, car il est bien démontré qu'il reste, dans cet ali-

ment, un sel à base d'ammoniaque, lorsqu'on y a ajouté du carbonate d'ammoniaque.

Le *carbonate* et le *bicarbonate de potasse* ont été aussi ajoutés au pain : 1° dans le but de rendre celui-ci meilleur, plus léger, plus poreux ; 2° dans l'emploi d'une farine piquée ou d'une qualité inférieure ; 3° afin de retenir une plus grande quantité d'eau dans le pain. Le carbonate de potasse, étant transformé en acétate, sel très déliquescent, attire l'humidité de l'air, et conserve le pain humide. Ce mélange, usité en Angleterre, et rarement chez nous, doit être défendu, car il peut être dangereux, surtout lorsque les sels de potasse sont pris dans le commerce, ceux-ci contenant des matières étrangères ; mais, dans le cas où le sel serait pur, il pourrait encore nuire à la santé, puisqu'il est transformé en acétate de potasse.

La *farine de féveroles* est encore une substance qui a servi et qui sert encore à mêler aux farines destinées à la confection du pain ; les boulangers s'en servent de préférence à la fécule, car elle ne gène en rien le rendement de la farine, par la raison qu'elle retient, comme elle, une certaine quantité d'eau après la cuisson du pain, et celui-ci est aussi beau que s'il était pur. Outre que ce mélange doit être regardé comme une falsification, quelquefois la farine *dite de féveroles*, provient de pois et de haricots piqués par les insectes ; elle fournit alors un pain d'un mauvais goût, indigeste, qui donne lieu à des coliques, et même à

une altération dans l'économie animale. Le pain qui contient de la farine de féveroles pure n'est pas dangereux pour la santé, surtout s'il en contient une petite quantité.

Enfin, le pain peut être falsifié avec du *plâtre*, de la *chaux*, de la *terre de pipe*, etc.

DIX-SEPTIÈME LEÇON.

AMIDON DES CÉRÉALES. — VERMICELLERIE.

Extraction ancienne de l'amidon. — Fermentation à *l'eau sure*. Inconvéniens de ce procédé. — Extraction de l'amidon et du gluten par le procédé de M. Martin, à la Villette. — Fermentation méthodique. — Élimination complète du gluten, *lavage*. — *Égouttage*. — *Dessiccation* (séchoir.) — Amidon en baguettes, en pain, en poudre. — Vermicellerie. — Emploi du gluten. — *Pétrissage*. (*Broie à vermicellerie*.) — Moulage de la pâte. — VERMICELLERIE; *macaroni, pâtes diverses pour potages*.

L'amidon des céréales s'extrait par deux procédés, dont l'un, qui ne date que depuis peu, doit être préféré à l'ancien. Nous allons décrire les deux avec les modifications que la théorie doit y apporter. D'abord, le nouveau procédé paraît être plus à la convenance du laboratoire que de la fabrique, et l'ancien, où le temps fait tout, semble moins dispendieux que le nouveau, qui réclame une opération manuelle continue. Ce dernier toutefois doit obtenir la préférence par la beauté de ses produits et l'utilisation des matières qui se

trouvent perdues dans le premier; désavantage pour le fabricant, insalubrité pour le voisinage.

Extraction par l'acidification. — Jusque dans ces derniers temps, c'est par la décomposition putride du gluten que l'on a préparé l'amidon des céréales; c'est du froment que l'on se sert le plus habituellement pour l'obtenir. Le blé doit avoir été moulu grossièrement entre des meules moins serrées que pour la farine de boulangerie, et cela afin qu'elle renferme moins de grains de fécule concassés ou déchirés par les aspérités siliceuses de la meule (voyez *Mouture*). Quelques amidonniers même ont remplacé la mouture par l'hydratation des grains, qu'ils expriment ensuite dans l'eau, pour en faire sortir tous les principes farineux, sous forme de mucilage; ce procédé, bien dirigé, doit donner une grande quantité d'amidon de plus, parce que les grains de fécule y sont moins exposés à être altérés par le broiement. Quoi qu'il en soit, on abandonne la farine, sous forme d'une bouillie, à sa propre décomposition, dans des tonneaux de Bordeaux, pendant trois semaines à un mois, après y avoir ajouté les *eaux sures* (1) d'une opération précédente. La fermen-

(1) Les *eaux sures* sont composées d'eau, d'acide acétique, d'alcool, d'acétate d'ammoniaque, de phosphate de chaux et de gluten. Lorsque la farine fermente, le sucre et le gluten réagissent l'un sur l'autre et donnent naissance à de l'acide carbonique, qui se dégage sous forme de gaz ; et à de l'alcool qui reste dans la liqueur ; celui-ci passe bientôt à l'état d'acide acétique ; enfin une portion de gluten se pu-

tation s'établit aussitôt, et soulève un chapeau d'écume grasse, sous lequel viennent crever des bulles de gaz mélangés, répandant une odeur infecte et malsaine. Lorsque la fermentation a cessé, le mélange offre trois portions distinctes : 1° une eau sure, rendue opaline par la quantité considérable de gluten, de son, de tégumens éclatés, de globules oléagineux, qu'elle tient en suspension; 2° une couche salie par les débris de son et de gluten qui se sont précipités de ce liquide; 3° enfin une couche ferme, résistante, blanche; c'est l'amidon mêlé encore à quelques matières étrangères.

Alors on décante, à l'aide d'un syphon, toutes les *eaux sures;* on jette une nouvelle quantité d'eau sur le dépôt, et l'on agite le tout avec une spatule en bois ou *fouloir,* pour faire remonter pêle-mêle, en suspension, toutes les molécules du précipité. On décante de nouveau, lorsque tout l'amidon s'est précipité au fond du vase, et l'on jette ensuite l'amidon sur un tamis, qui en sépare un mélange de son et d'amidon, désigné sous le nom de *gros noir;* on recommence deux ou trois fois cette opération, en ayant soin d'agiter avec le

tréfie et fournit de l'ammoniaque. L'acide acétique se combine en partie avec cet alcali et en partie avec le gluten ; il dissout aussi le phosphate de chaux contenu dans la farine; le liquide qui tient en dissolution ces diverses substances porte le nom d'eau sure ou eau grasse : en effet, il est trouble et gluant.

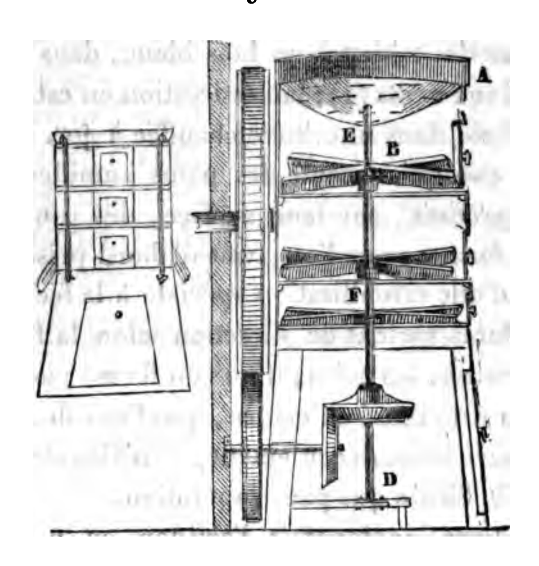
fouloir, à chaque nouveau lavage, l'amidon déposé; il faut avoir soin de rompre la rotation de l'eau, afin que le précipité ne se forme pas en un pain creux au centre. L'amidon est alors porté au grenier, dans des paniers d'osier, revêtus intérieurement d'une toile, et jeté sur une aire en plâtre, puis sur des tablettes en bois blanc, dans un lieu exposé aux vents (1); la dessiccation en est ensuite complétée dans une étuve chauffée à 40°. La première eau qui s'écoule des pains humides de fécule, produit, sur leur surface, des cannelures basaltiformes, que l'on avait d'abord prises pour l'effet d'une cristallisation spéciale à la fécule; ces cannelures varient de direction selon la forme et l'inclinaison des pains; il ne s'en forme pas quand le pain est creusé au centre, que l'eau de surcroît ne trouve aucun écoulement, et n'abandonne les pains de fécule que par évaporation.

On livre quelquefois l'amidon en morceaux agglomérés qui ne présentent aucune apparence de baguettes. L'amidon de deuxième qualité, et qui n'est pas d'une parfaite blancheur, se vend en poudre; on le fait sécher comme la fécule de pommes de terre, et on le soumet de même au blu-

(1) Le séchoir ne doit pas être autant que possible près des grades routes, et il faut en outre qu'on puisse en fermer les persiennes par des auvents dans les temps secs, afin que la poussière ne vienne pas salir l'amidon; nous le répétons, l'amidon doit être d'une grande blancheur, et il faut éviter tout ce qui peut la détruire ou la diminuer.

toir. Voici le *blutoir à brosse* dont nous avons donné la définition à l'article fécule de pommes de terre. Il est aussi employé dans les fabriques de *leïocomme* ou amidon grillé.

Fig. 31.



A, Trémie dont le fond, en gros fil de fer à claires voies, ne retient que les gros morceaux, qu'un léger frottement divise et force à passer. L'amidon tombe sur une première passoire percée au fond et latéralement de trous comme une écumoire; un croisillon B, garni de brosses tournant sur l'axe commun D, E, force l'amidon à passer; il tombe sur une semblable passoire F, mais en toile métallique, où le même moyen pousse plus loin la division. Enfin sur un troisième tamis, semblable à ce

tissu encore plus serré, où on achève de le diviser, au point convenable, à l'aide du troisième croisillon garni de brosses. L'amidon se rend par le fond plein incliné vers le conduit antérieur où un sac le reçoit.

Le procédé que nous venons de décrire continuera à être consacré à l'extraction de la fécule de l'orge et du seigle, dont le gluten n'est pas malaxable ; mais son insalubrité forcera un jour *tous* les fabricans à le remplacer, à l'égard du froment, par celui que nous allons examiner, qui, à l'avantage d'être plus expéditif, réunit bientôt celui d'être plus économique et plus productif, en ce qu'il conserve la quantité d'amidon, que dans l'autre procédé la fermentation altère, et le gluten qui se trouve complétement détruit.

Extration par malaxation. — Il y a quelques années, M. Martin a eu l'heureuse idée d'appliquer à la préparation de l'amidon le procédé mis en usage pour se procurer le gluten. Déjà M. Herpin avait tenté de l'employer; mais on avait trouvé des difficultés à opérer mécaniquement le lavage; et la question économique, d'une grande importance, dans tous les cas, l'est surtout quand on opère sur des produits d'une faible valeur. Après diverses modifications apportées à son mode d'opérer, M. Martin s'est arrêté au suivant.

On pétrit la farine avec un tiers de son poids d'eau, dans un pétrin mécanique à fouloir, et

l'on abandonne la pâte quelques instans à l'air, c'est-à-dire jusqu'à ce que la surface commence un peu à se gercer et n'adhère plus aux doigts. Ce pétrin est à double fond ; l'inférieur s'enlève à l'aide de coulisses, et le supérieur est criblé de trous d'une très petite ouverture. On met la pâte dans le pétrin ; cette pâte doit être dure. Pour faire cette pâte, on mélange 75 kilogrammes de farine avec 37 hectog. 1/2 d'eau ; on la laisse reposer pendant environ un quart d'heure, pour donner au gluten le temps de s'hydrater et faciliter sa séparation. Tandis que la pâte est foulée dans le pétrin par une sorte de fouloir ou pilon mécanique, on amène au-dessus une espèce de pomme d'arrosoir cylindrique, et criblée de trous sur la moitié inférieure de sa surface. A l'aide du mouvement du fouloir mécanique et de l'irrigation, la pâte cède son amidon à l'eau qui le lave et l'entraîne hors du pétrin, tandis que le gluten déchiré se ressoude pour former une masse homogène et filante. Une auge en bois, placée au-dessous du pétrin, reçoit l'eau dépositaire de l'amidon, que l'on purifie par une succession bien entendue de lavages et de lévigations. Les eaux de lavage donnent encore un précipité de gluten et d'amidon.

Le dépôt d'amidon retient encore une quantité appréciable de gluten et de substances diverses qui l'accompagnaient dans la farine. Pour l'en débarrasser, on décante le liquide qui le surmonte,

on le remplace par une nouvelle quantité d'eau; on agite une seconde fois le précipité, et on l'abandonne, dans un grand cuvier, un ou deux jours en été, à une fermentation qui se distingue essentiellement de la fermentation de l'ancien procédé, en ce qu'elle est lente, méthodique, et ne donne lieu qu'à de l'alcool. Au bout de ce temps, on décante la liqueur fermentée, et après un troisième lavage, on transporte l'amidon au séchoir, comme dans l'ancien système. Le gluten renferme encore une quantité assez considérable d'amidon, mais dont l'extraction ne saurait compenser la dépense. On obtient, par ce procédé, 55 °/₀ d'amidon et près de 30 °/₀ de gluten; tandis que le procédé de la fermentation donne à peine 45 °/₀ d'amidon et perd tout le gluten. Les eaux de lavage peuvent fournir une quantité importante d'alcool et être ajoutées, au lieu d'eau, au moût de bière. Dans quelques localités, on pourrait les faire servir immédiatement à l'engrais des porcs.

Les dépôts séparés du gluten sont d'un blanc grisâtre; ils blanchissent en séchant, et donnent des amidons de deuxième et troisième qualité. L'empois qu'on obtient est d'une bonne consistance; il peut servir aux relieurs ou pour les apprêts communs; mais la dessiccation en étant assez difficile, il est souvent préférable de faire servir ces dépôts à la distillation.

100 kilogrammes de farine peuvent fournir environ 3 hect. 5 déc. d'eau de lavage et 10 kilog.

de bouillie claire. En abandonnant le tout à la fermentation, après y avoir ajouté un peu de levure, on obtient un liquide alcoolique susceptible de fournir 19 à 19,5 litres d'alcool à 19°. Pour cela, on met dans une chaudière la matière féculente avec 100 litres d'eau de lavage, et on porte à l'ébullition. L'empois obtenu est versé dans la cuve à fermentation ; la température étant tombée à 75°, on ajoute 15 kilog. de farine de seigle ou d'orge germé. Ces eaux peuvent ainsi servir à préparer une sorte de bière assez agréable.

Nous avons vu à quels usages le gluten extrait par ce procédé pouvait servir (voyez 17ᵉ leçon). M. Martin a encore remarqué que le gluten aigri pendant sept ou huit jours, à la température de 15 à 16°, se délaye bien dans l'eau et forme une bonne colle. Cette colle, que l'on rend plus liante par l'addition d'un peu d'acide acétique, peut servir à l'apprêt des feutres en chapellerie. En résumé, en opérant sur 1000 kilogrammes de farine de froment de bonne qualité, on peut obtenir 550 kilogrammes d'amidon fin, 300 kilogrammes de gluten frais, 90 litres d'alcool à 19°. L'amidon est meilleur, comme on le voit. Cette préparation de l'amidon a pris tous les perfectionnemens qu'il était possible de désirer: plus d'insalubrité, amidon plus blanc et plus pur (1), application d'une

(1) Lorsque l'amidon renferme encore du gluten, il fait des taches jaunes aux tissus sur lesquels on l'applique à l'état d'empois. (Voyez usages

nouvelle substance qu'on ne pouvait pas se procurer d'une manière économique. La main-d'œuvre est peu coûteuse. Pour travailler 700 kilog. de pâte, il ne faut que quatre ouvriers : deux femmes pour le lavage, un homme pour préparer la pâte, et un étuviste.

Dans les fabriques d'indienne, l'amidon de blé est employé pour épaissir les mordans, auxquels il donne plus de consistance que la gomme. On l'emploie concurremment avec la fécule de pommes de terre, pour donner du lustre et une certaine fermeté aux toiles de lin, de chanvre et de coton.

Autrefois on consommait une très grande quantité d'amidon fin pour poudrer les cheveux ; c'est aujourd'hui la moindre de ses applications. Les confiseurs en font un usage journalier pour la composition des dragées. Enfin, c'est avec l'*empois* que les blanchisseuses donnent de l'apprêt au linge, aux dentelles, etc.

Le gluten extrait dans l'amidonnerie de M. Martin trouve encore une application importante dans la préparation des pâtes d'Italie. En effet, ces pâtes sont de qualité d'autant meilleure, qu'elles ont été préparées avec des farines plus riches en gluten. On sait que les blés dont les Italiens se servent pour faire les *macaroni*, *vermicelli*, etc., viennent en grande partie de l'Afrique ; nous avons vu que les blés durs du midi sont les plus riches en gluten : cette application est donc très heureuse, puisqu'elle rend les farines des blés de

nos climats aussi bonnes que celles du midi à la préparation des vermicelles et des macaroni.

On donne le nom de *pâtes d'Italie* à des pâtes moulées de différentes formes, employées journellement dans les préparations culinaires; elles sont préparées avec la meilleure farine de froment et avec de l'eau pure.

Les principales pâtes d'Italie sont : les *vermicelles*, les *macaroni*, les *lasagnes*, etc.; le mode de fabrication de ces pâtes nous a été apporté de Gênes, qui fabriquait autrefois les plus estimées. On peut les faire avec toutes les espèces de farines qui servent à faire le pain; celles de froment sont employées de préférence, mais on choisit généralement le gruau fin ou *semoule*, qui est la meilleure partie du blé, la plus sèche et la plus nourrissante. On la sasse dans des tamis afin de l'obtenir blanche et d'un grain égal. Le gruau qui tire un peu sur le jaune est recherché des vermicelliers; tel est celui que produisent les blés durs de Maroc et de Crimée. Ce gruau se pétrit avec le moins d'eau possible, et le vermicellier donne ensuite à la pâte qu'il obtient de cette manutention, telle forme qui lui convient, dans des moules, par lesquels on fait passer la pâte au moyen de presses.

L'eau dont on se sert pour pétrir la semoule doit être bien pure, elle doit dissoudre le savon; de l'eau dure donnerait une mauvaise pâte, qui n'aurait pas de liant, et qui se briserait en cuisant.

On emploie ordinairement 6 kilogrammes d'eau pour 25 kilogrammes de semoule. Il vaut mieux être obligé de remettre de la semoule, en pétrissant, que de l'eau, parce que c'est une bonne qualité dans ces pâtes de sécher promptement (1).

(1) Les *vermicelles* sont de diverses grosseurs, et ils affectent la forme de 8 ou de paquets de cordes à violon. Ce produit est blanc ou jaune. Cette dernière couleur lui est donnée par du safran.

Le *macaroni* se fait avec la même pâte que le vermicelle; seulement elle doit être moins ferme. Il est plus gros, et se présente sous la forme de tuyaux de pipe. Ces tubes ou tuyaux doivent être bien ronds et percés dans toute leur étendue.

Les *lasagnes* se font avec la même pâte que les macaronis. On se sert du même moule que pour les macaronis; mais on ne les plie pas en tuyaux : ce sont des rubans. Les lasagnes sont d'autant plus estimées qu'elles sont plus ou moins blanches.

On connaît encore d'autres pâtes, notamment les *taglioni*, qui sont formés avec de la pâte en feuilles très minces, découpées en losanges; les *andarini*, qui ont une forme arrondie; les *millesanti*, qui ont aussi une forme arrondie et qui sont de la grosseur d'un pois; les *étoilettes*, les *étoiles*, qui sont découpées en forme d'étoiles. Il est aussi d'autres pâtes qui ont la forme de *lentilles*, de *roues*, de *graines de courges et de melons*, etc. Il faut encore ranger parmi ces produits la *semoule de pâte*, préparée depuis quelque temps seulement, et qui a la forme de riz cassé. Les formes de ces pâtes dépendent des moules avec lesquels on les coupe.

Toutes ces pâtes nous venaient autrefois de l'étranger; maintenant on compte en France un assez grand nombre de fabriques où on les prépare. Ces fabriques sont établies à Paris, Nancy, Clermont et Marseille. La France est pourtant en partie encore tributaire de l'Italie pour les vermicelles et autres pâtes de diverses formes. Les états des douanes

Rien n'est plus simple que la préparation des pâtes d'Italie. On délaye la farine dans environ son quart d'eau chaude ; les Italiens en emploient un

constatent une importation moyenne par année de 1 million de kilogrammes, et, suivant toute apparence, il en entre à peu près autant en contrebande sur le littoral de la Méditerranée.

La préférence donnée à ces pâtes, et particulièrement à celles de Naples et de Gênes, n'est pas tout-à fait le résultat du caprice ou du préjugé; la qualité en est supérieure et la manipulation plus parfaite. Il faut sans doute attribuer cette supériorité à la qualité des blés qui entrent dans la composition de ces pâtes. Les blés d'Italie sont, en général, plus durs et mieux mûris que les nôtres, et les fabricans de ce pays donnent encore la préférence aux blés de la mer Noire et de la Sicile. Cependant la France possède aujourd'hui des vermicelleries qui commencent à lutter avantageusement avec les fabriques d'Italie, et l'on vend maintenant, à Lyon et à Paris, des pâtes d'origine française pour des pâtes de Naples. Les vermicelliers de Clermont-Ferrand se distinguent, entre autres, par les soins qu'ils apportent dans leur fabrication et par des manipulations bien entendues. Ils ont présenté à la dernière exposition des produits fort remarquables.

L'usage de ces pâtes se généralise de plus en plus et forme aujourd'hui l'objet d'un commerce important. On ne saurait donc trop encourager la fabrication des vermicelles en France. Nous possédons tous les élémens nécessaires pour les confectionner aussi bien que les Italiens; nos blés du Midi particulièrement possèdent toutes les qualités convenables à cette manutention, et la préparation en grand du gluten peut, comme nous l'avons dit (les résultats obtenus par M. Martin nous le prouvent), suppléer à ce qui manque aux blés du Nord. Une preuve que la consommation des pâtes d'Italie va toujours croissant en France, c'est que, tandis que, il y a 20 ans, il n'y avait guère de vermicelleries qu'à Paris et à Lyon, on en a établi depuis quelques années

peu plus (13 kilog. d'eau chaude pour 40 kilog. de farine). La pâte doit être dure, et ne devient molle et plastique que par le pétrissage. Cette opération doit se faire avec force et vitesse pendant long-temps; on fait ensuite subir à la pâte une sorte de découpage et de broiement, qu'on opère à l'aide d'un instrument encore très imparfait, connu sous le nom de *broie à vermicellier* (1). Elle se compose de deux pièces principales : une table ou pétrin, sur lequel on pose la pâte, et un grand couteau en bois, formé d'un boulin d'une grosseur de 0m,16, et de 4 mètres de long, fixé, par un anneau, à l'une de ses extrémités, au mur qui lui sert de point d'appui ; un ouvrier est assis sur l'autre extrémité de la broie, c'est-à-dire qu'il a la cuisse droite sur cette extrémité, qu'il tient aussi de la main droite, tandis qu'il frappe preste-

dans presque toutes les villes importantes de la France, et, malgré cet accroissement de fabrication, l'importation des pâtes a toujours été en augmentant, ainsi que le démontrent les nombres suivans que nous prenons dans le *Compte-Rendu de l'Administration des Douanes.*

1828 —	106,112 kil.	1833 —	242,604 kil.
1829 —	87,367	1834 —	266,179
1830 —	110,346	1835 —	234,229
1831 —	287,332	1836 —	723,237
1832 —	231,779	1837 —	831,259

Ainsi, depuis 11 ans, l'importation a plus que décuplé.

(1) Dans un grand nombre de localités, lorsque la pâte a été pétrie, on la ramasse sur le devant du pétrin ; on la couvre d'un linge propre sur lequel on en met un second, ensuite on monte dessus pour piler la pâte en la foulant fortement avec les pieds pendant deux ou trois minutes.

ment du pied gauche contre terre pour s'élever avec la broie et lui donner le mouvement, ayant la main gauche en l'air, et en l'agitant; on continue ainsi jusqu'à ce que la pâte soit suffisamment écrasée et broyée. M. Martin cherche à remplacer cette broie par un système de moulins semblables à ceux que l'on emploie pour l'extraction de l'huile des graines (voyez *Extraction des huiles*).

Pour *mouler* la pâte, on emploie ordinairement une presse (1). Cette presse est verticale; le patin que porte l'extrémité de la vis entre juste dans un cylindre creux en cuivre, ou mieux, en fonte de fer, que l'on nomme *cloche;* on met dans le fond une espèce de crible parsemé de petits trous de la grosseur que doit avoir le vermicelle. La cloche est enveloppée d'un réchaud, dans lequel on tient de la braise. On remplit la cloche de pâte, elle s'y échauffe et devient liquide. L'action de la presse

(1) L'instrument appelé *vermicelloire*, usité dans les petites fabriques, se compose d'un cylindre en forte tôle, de 3 pouces de diamètre, percé de trous comme un écumoire, et dans lequel un piston, mu par un levier à bras, force la pâte de vermicelle à se réduire en fils. Si l'on opère plus en grand, on se sert d'une vermicelloire de huit pouces de diamètre, dans laquelle le piston est mu par la pression d'une vis en fer à moulinet; enfin un ustensile plus expéditif encore, et qui, suivant ses dimensions, est mu par un manége ou à bras, se compose de deux cylindres en forte tôle, placés horizontalement, ouverts des deux bouts, et dont les parois percées de trous forcent la pâte, jetée dans la trémie, à sortir moulée et tomber dans leur intérieur; on en tire celle-ci constamment pour l'étendre, sans la fouler, sur les canevas.

la fait sortir en filets, que l'on refroidit aussitôt et que l'on sèche, par un ventilateur, au fur et à mesure qu'elle sort. Lorsque les filets ont acquis une longueur d'un pied, on les prend avec la main et on les casse, par une secousse, près du crible, et en les déposant sur un papier ou sur un carton, en les entortillant, comme on le voit dans le commerce.

Pour former les macaronis, on emploie la même pâte que pour les vermicelles, avec la différence qu'elle doit être moins ferme que celle-ci. On place, au fond de la cloche de la presse, le moule des macaronis et on le remplit de pâte. Dans chaque trou de la forme est fixé un petit mandrin en fer, de sorte que la pâte passe au travers d'un cylindre creux, et s'étire en formant un tube. Quand les tubes de macaronis ont la longueur voulue, on les coupe et on les porte au séchoir.

M. Martin a surtout perfectionné le moulage de la pâte. Un grand cylindre en fonte, dans lequel se meut un piston de bas en haut, à l'aide de la force de l'eau comme dans les presses hydrauliques, se remplit de pâte; celle-ci est poussée par le piston contre le fond du cylindre, qui est percé de trous, et lui donne la forme qu'elle doit conserver. Le cylindre est formé d'une double enveloppe, dans laquelle circule constamment de l'eau chaude; cette heureuse application permet d'obtenir une température constamment égale, et pas assez élevée pour altérer la pâte.

DIX-HUITIÈME LEÇON.

EXTRACTION DU SUCRE.

Du sucre en général. État naturel. — Propriétés physiques et chimiques. — Composition. — *Saccharates*. — Historique. — Question économique. — Production, consommation, usages. — Composition chimique de la canne à sucre. — Extraction du sucre aux colonies. (Ancien procédé.)

On désigne sous le nom de *sucre* tous les principes susceptibles d'éprouver la fermentation vineuse, c'est-à-dire capables de se tranformer en alcool et acide carbonique, par un mode particulier de décomposition. On range dans cette classe de corps le *sucre de canne*, le *sucre de raisin* (sucre de fécule, sucre de miel, sucre de diabètes), le *sucre de lait*, le *sucre incristallisable* et une espèce particulière, *le sucre de champignon*. La seule espèce industriellement la plus importante, et qui nous occupera exclusivement, est le sucre de canne. Nous avons déjà traité du sucre de fécule. Nous aurons fort peu de chose à dire du sucre de raisin proprement dit. Quant au sucre incristallisable, son histoire sera

tracée en même temps que celle du sucre de canne, qu'il accompagne dans presque toutes les phases d'extraction de ce précieux produit.

Le sucre de canne, que l'on peut encore désigner par *sucre cristallisable*, par opposition aux autres variétés qui ont moins de tendance à affecter une forme cristalline, se rencontre en abondance dans la sève de plusieurs graminées, et notamment dans une espèce de cette famille, l'*arundo saccharinum* ou *saccharifera*, connue sous le nom de *canne à sucre*; dans les tiges de maïs (1), dans la sève de l'érable (*acer saccharinum*), du tilleul; dans plusieurs navets, dans les batates douces (*convolvulus batatas*) (2), dans les bette-

(1) On avait cherché à tirer du sucre de la tige de maïs en l'exploitant encore verte et employant, à peu de chose près, le mode mis en usage dans la fabrication du *sucre de canne*. Le succès avait couronné les essais, mais pourtant la quantité de sucre obtenue ne pouvait indemniser des frais, quand un médecin de l'Artois réussit à tirer du sucre de la tige, quand elle avait déjà donné sa graine. M. Pallas, médecin à Saint-Omer, présenta en 1837 à l'Académie des sciences un mémoire fort remarquable sur la culture du maïs dans le nord de la France, et sur les produits qu'il avait obtenus. Il extrait 1 pour 100 de sucre semblable à celui des betteraves, et fabrique avec le parenchyme un papier d'emballage et une autre variété de papiers grossiers employés par les dentelliers.

(2) Jusqu'à présent les batates n'ont pas été exploitées pour en extraire le sucre; il ne paraît pas impossible que dans les contrées les plus favorables à leur culture, on ne l'en extraie quelque jour. Des procédés semblables à ceux qu'ont amenés les derniers perfectionnemens appliqués en France au jus de betteraves, réussiraient de même. Une

raves, dans la racine d'althée, dans le nectaire de plusieurs fleurs, les tubercules du lathyrus tuberosus, dans plusieurs fruits auxquels il donne la saveur sucrée, les melons, etc., etc.

Le sucre cristallise en prismes obliques à base carrée, durs et clivables, ou bien en prismes à six pans, irréguliers, à six pans, terminés par un sommet dièdre. Ces cristaux sont incolores et transparens lorsqu'ils sont purs; leur pesanteur spécifique est de 1,6065; ils se réduisent en poudre et répandent une lueur dans l'obscurité lorsqu'on les broie; ils sont inaltérables dans l'air sec; lorsqu'on les chauffe, ils fondent à 180° d'après M. Péligot, et à 149° d'après Proust, en produisant un liquide gluant et incolore, qui se prend, par le refroidissement, en une masse amorphe, transparente (*sucre d'orge*); au bout d'un certain temps, celle-ci devient opaque, et présente, quand on la casse, les faces de clivages des cristaux de sucre.

Le sucre se convertit en *caramel* à 210 ou 220°, en perdant trois atomes d'eau. A une température plus élevée, il produit des gaz inflammables, mêlés d'acide carbonique, des huiles pyrogénées, de l'acide acétique, et laisse un résidu de charbon égal au quart de son poids.

précaution indispensable pour les batates, consisterait à éliminer de leur suc la fécule (12 à 15 pour 100), par un simple repos et une décantation. L'addition d'un ou deux millièmes d'*acide sulfureux* ou de *sulfate de chaux*, serait utile pour retarder la fermentation pendant le repos.

formule du sucre peut s'exprimer par C^{12}

ucre de canne se dissout dans le tiers de son d'eau froide et en toutes proportions dans bouillante. Une dissolution saturée à 110° se , par le refroidissement, en une masse blanche composée de petits cristaux agglomérés. Une ition saturée à froid est visqueuse et tenace. u'on maintient une dissolution semblable, nt un certain temps, à une température voie son point d'ébullition, elle perd la prode cristalliser (*sirop*). L'ébullition des sirops itrés est accompagnée d'un certain bruit, oduisent les bulles de vapeurs en éclatant irface.

aide de la chaleur, l'acide sulfurique étendu orme le sucre de canne en sucre de raisin; tartrique lui fait subir la même transfor-n.

dissout dans quatre-vingts parties d'alcool ant, très peu dans l'alcool froid, et dans parties d'alcool d'une pesanteur spécifique 30; l'éther le précipite de ces dissolutions. océdé d'épuration est fondé sur son peu de lité dans l'alcool. Nons y reviendrons.

sous dans l'eau, le sucre s'altère d'autant que ses solutions sont plus concentrées, à l'abri de l'air et maintenues à une basse rature.

sucre est nutritif, s'il est accompagné

d'autres alimens ; mais comme il ne contient pas d'azote, il ne peut à lui seul entretenir la vie. Une dissolution de sucre, en contact avec de l'estomac de veau, se change entièrement en acide lactique. M. Biot a remarqué qu'en faisant traverser une dissolution de sucre par un rayon de lumière polarisée, on observe, dans le plan de polarisation, une série de nuances du spectre solaire, quand on imprime à ce plan un mouvement de rotation de gauche à droite.

Le sucre de canne forme des combinaisons salines avec les alcalis, l'oxide de plomb et le sel marin. On a donné à ces combinaisons le nom de *saccharates ;* le sucre n'est cependant pas un acide, et cependant ici il en joue le rôle, comme nous avons vu l'amidon former des *amilates*. Il est fort important de constater cette propriété du sucre, qui produit dans quelques circonstances, lors de son extraction en grand, des phénomènes qui peuvent embarrasser le fabricant.

Dans ses combinaisons avec les bases, le sucre cristallisé perd de l'eau, qui est remplacée par un équivalent d'oxide métallique.

En abandonnant à une chaleur modérée une dissolution de sucre avec de l'hydrate de chaux, on obtient une liqueur amère et alcaline qui, pour cent parties de sucre, renferme cinquante parties de chaud. Une dissolution de ce saccharate, qui se forme en grande quantité dans la *défécation*, portée à l'ébullition, se trouble d'abord, puis se

prend en bouillie gélatineuse, semblable à de l'empois ou à l'albumine modifiée par la chaleur, et redevient liquide par le refroidissement. La dissolution de la combinaison de chaux avec le sucre exposée à l'air dépose des rhomboèdres réguliers et aigus de carbonate de chaux hydraté. (Pelouse.)

Le protoxide de plomb s'unit au sucre. Cette observation démontre que l'un des procédés de raffinage recommandés, il y a quelque temps, comme un secret précieux, ne valait rien. L'acide carbonique décompose le saccharate de chaux; en faisant passer un courant de cet acide à travers une dissolution de saccharate, celle-ci se trouble, le carbonate de chaux se dépose, et la liqueur surnageante est sucrée. On a proposé de transformer le sucre contenu dans le jus de betteraves en saccharate calcaire et de le décomposer ensuite à l'aide d'un courant d'acide carbonique.

Parmi les différens produits que l'homme extrait des végétaux, le sucre est sans contredit un de ceux dont l'usage est le plus étendu. Ses nombreuses propriétés l'ont fait placer au nombre de ces substances qui sont devenues des objets de première nécessité, et dont on ne saurait se passer.

Les anciens connaissaient le sucre, mais seulement à l'état liquide ou de sirop; ce fut dans le quinzième siècle que les Arabes, de la contrée d'Alger, le firent cristalliser et parvinrent à le durcir pour le transporter plus facilement. Ils l'ex-

trayaient déjà de la canne, graminée originaire de l'Inde, qui s'est répandue successivement dans toutes les contrées intertropicales.

Il paraît que la canne à sucre a été portée à Saint-Domingue, en 1506, par Pierre d'Etienca, et qu'elle est indigène aux Indes et au delà du Gange.

Michel Ballestro pase pour être le premier qui en ait exprimé le suc à Saint-Domingue, et on prétend que Gonzale de Veslosa en a extrait le sucre le premier.

On sait que, pendant la durée du blocus continental, le sucre devint si cher, que le génie industriel chercha à en extraire de quelques végétaux indigènes. Après beaucoup d'efforts et de sacrifices, on parvint à fabriquer du superbe et excellent sucre avec le jus extrait de betterave, de 5 à 6 pour 100 environ du poids total de la racine. Cette industrie, que nous examinerons dans une prochaine leçon, a pu, malgré la protection accordée à nos colonies, prendre une grande extension.

Les Anglais ont cru long-temps que les Français étaient des charlatans, et que le sucre de betterave était un mensonge ; il est vrai que le peuple français croyait que le sucre de betterave ne valait pas celui de canne, et qu'il *sucrait* moins. Aujourd'hui, de part et d'autre, ce préjugé absurde est disparu.

Pendant les longues guerres de la république et

de l'empire, nos colonies souffrirent beaucoup de l'occupation anglaise. Un grand nombre de planteurs furent ruinés, les habitations se dépeuplèrent, les campagnes furent laissées en friche, et le peu de sucreries qui continuèrent à marcher, ne purent suivre le mouvement industriel et les perfectionnemens nombreux que le temps apportait à cette fabrication.

Le malheur des colons était grand, sans doute; mais pendant qu'ils perdaient une partie de leurs revenus, les habitans de la métropole perdaient également une partie du leur, en payant le sucre six fois sa valeur ordinaire. Remarquons que notre perte s'éternise par la protection exagérée accordée aux sucres des colonies françaises, protection qui se réduit à une indemnité indéfinie que les consommateurs français leur payent depuis près de vingt-huit ans.

Voici quelques renseignemens sur l'état ancien et sur l'état actuel de la fabrication des sucres de canne et de betterave.

En 1837 il existait, à la Guadeloupe et à la Martinique, 1,000 sucreries qui exportaient 35,000,000 kilogrammes de sucre brut pour la Guadeloupe, et 25,000,000 pour la Martinique; à Cayenne, 50 sucreries exportent 4,000,000 de sucre; à Bourbon, 120 sucreries livrent au commerce 22 à 25,000,000 kilogrammes; en tout 86 à 89,000,000 kilogrammes de sucre brut.

Il faut que le colon vende ce sucre, pris dans

les colonies, à raison de 25 francs les 50 kilogrammes pour ne pas être en perte.

Dans la Louisiane, la culture du cotonnier remplace celle de la canne à sucre, et la récolte n'est plus que de 30,000 barriques de 1,500 livres. Cuba, Porto-Rico et le Brésil sont au contraire en voie d'augmentation; l'Inde anglaise fournit un peu plus de sucre qu'il n'est nécessaire à sa consommation; enfin la Cochinchine, Manille et l'Inde hollandaise, produisent beaucoup et à bon marché.

L'Espagne est le seul pays d'Europe où se trouvent encore quelques sucreries de canne.

En 1730, le sucre qui passait dans le commerce provenait pour :

40,000,000 kil.	du Brésil.
25,000,000	des possessions hollandaises.
40,000,000	des îles anglaises.
20,000,000	des îles françaises.
125,000,000 kilog. de sucre brut.	

En 1776, le mouvement commercial peut s'estimer ainsi :

22,000,000 kil.	brut et terré du Brésil.
80,000,000	brut des îles anglaises.
30,000,000	brut des possessions hollandaises et danoises.
30,000,000	brut des îles espagnoles.
83,000,000	brut et terré de Saint-Domingue et des autres Antilles françaises.
245,000,000 kilog. de sucre.	

En 1836, la production des sucres de canne put être évaluée à :

230,000,000 kil.	des plantations britanniques, Indes occidentales, Guyane et Maurice.
85,000,000	de Cuba et Porto-Rico.
86,000,000	des Antilles françaises, Guyane et Bourbon.
32,000,000	des îles hollandaises et Guyane.
10,000,000	des îles danoises et suédoises.
80,000,000	du Brésil.
7,000,000	de Manille et des Philippines.
20,000,000	de Java.
14,000,000	du Bengale et des pays qui trafiquent à Sincapore.
16,000,000	de la Chine et des pays environnans.
40,000,000	de Louisiane.
620,000,000 kilog.	

Enfin, en 1840, la production du sucre de canne et de betterave a varié aux quantités suivantes :

Sucre de canne.	230,000,000 kil.	pour les colonies anglaises.
	110,000,000	pour Cuba.
	100,000,000	pour Bengale, Manille, Chine, Siam.
	80,000,000	pour les colonies françaises.
	75,000,000	pour le Brésil.
	60,000,000	pour la Louisiane.
	30,000,000	pour les colonies hollandaises.
	25,000,000	pour Porto-Rico.
	10,000,000	pour les colonies suédoises et danoises.
Sucre de betterave.	40,000,000	pour la France.
	45,000,000	pour l'Allemagne, la Russie, l'Italie, etc., etc.
Total.	810,000,000 kilog.	

Environ 5000000 hectares de terre ont été consacrés à la culture des cannes et des betteraves qui ont donné cette quantité de sucre.

Production de 1 hectare.

		15 *mois.*	1 *an.*
Cannes	Martinique	2,500 kil.	2,000 kil.
	Guadeloupe	3,000	2,400
	Bourbon	5,000	4,000
	Brésil	7,500	6,000
Betteraves		»	1,800

Sucres consommés en France.

En 1789 (1).	92,000,000 kil.	(40,000,000 d'habitans (2)).
1813 (3).	7,000,000	(32,000,000 »).
1815....	17,000,000	» »
1824....	60,000,000	» »
1838....	112,000,000	» »

On a calculé que dans les contrées où l'on extrait le sucre, comme à la Havane, à Cuba, aux Antilles, etc., un individu libre consomme par an de 30 à 50 kilogrammes de sucre, tandis qu'un Anglais en consomme 8 kilogrammes, un Suisse, un Italien ou un Belge, 4 à 5, un Français, 3 à 4, et un Russe, 0,46. Ces résultats prouvent évidemment que la consommation du sucre doit augmenter, et que pour augmenter elle ne demande qu'une diminution dans le prix de cette utile denrée.

(1) Le sucre était à très bas prix.

(2) A cette époque, la France était augmentée de la Belgique et de la Hollande.

(3) Le sucre était très cher.

La production du sucre de betterave augmente
eaucoup chaque jour. L'Allemagne fonde un
rand nombre de fabriques. La Russie, l'Italie,
es États-Unis de l'Amérique du nord, cherchent
fixer chez eux cette nouvelle industrie. La
'rance comptait, en 1837, 542 fabriques en acti-
ité, et 39 en construction; en 1836, elle a em-
loyé 1,012,770,589 kilogrammes de betteraves,
t en a retiré 48,968,805 kilogrammes de sucre
rut.

Le *Moniteur universel* vient de publier (janvier
842) le tableau de la production et de la consom-
nation du sucre indigène pendant l'année 1841.
uivant ce tableau, il existe en France 386 fa-
riques dans huit départemens. Ces fabriques ont
roduit 14,000,000 de kilogrammes de sucre; elles
n ont livré à la consommation 9,500,000, qui
nt donné lieu à une perception de droits de
,790,000 francs.

Les usages du sucre sont si nombreux et si con-
us, qu'il est presque inutile de les énumérer. Il
'est pas seulement un aliment de luxe, c'est en-
ore un véritable médicament qui agit utilement
ur l'appareil digestif, dont il contribue à calmer
es irritations ; mélangé avec les produits pharma-
eutiques, il en déguise la saveur désagréable et
n facilite l'action. C'est un agent conservateur
très puissant des substances végétales et animales;
les sirops et conserves, les confitures, les marme-
lades, les pâtes des confiseurs, sont des matières

végétales conservées dans le sucre. Il est préférable au sel marin pour la conservation des viandes, parce qu'il n'en change ni l'aspect, ni la saveur. A Manille, on fait avec la chaux et la mélasse un mortier qui devient très dur, employé dans les constructions.

Composition chimique de la canne à sucre.

		Eau.........	74,8	à	69,2	Albumine.
		Sucre........	14,0	à	18,0	2 matières azot.
Canne à sucre =		Tissu........	8,0	à	9,0	Acide libre.
Mat. liquide 90	72 eau.	Matière organ.	1,8	à	2,0 =	Pectine.
	18 suc.	Silice, Sels...	1,8	à	1,8	2 mat. grasses.
Mat. solide. 10	10 tissu					Résine.
			100,0		100,0	*Cérosie.*
100	100					Huile essentiel.

D'après ce tableau, nous voyons que la canne à sucre renferme une très grande proportion de sucre, et que les matières étrangères y existent en une très faible proportion, ce qui explique pourquoi, même à l'aide de procédés très grossiers, on parvient à obtenir très facilement une grande quantité de sucre; tandis qu'au contraire, comme nous le verrons plus tard, la betterave renferme un grand nombre de substances qui, non seulement occupent une certaine place dans le jus, mais concourent à détruire une partie du sucre. La cérosie est une matière analogue à la cire qui existe à la superficie des cannes, il y en a environ deux grammes par canne; cette proportion est assez grande pour qu'on cherche à l'extraire en grattant les cannes avant de les soumettre aux moulins. L'huile essentielle, indiquée dans le

tableau, se retrouve dans la moscouade, et lui donne une odeur agréable particulière, qui la distingue de la moscouade de betterave, celle-ci contenant aussi une huile essentielle d'odeur différente.

La canne à sucre se plante de boutures, de 40 centimètres de long, dans une terre légère et humide, fumée avec des engrais végétaux ou la lie des distilleries, et amendée avec de la cendre. Les plants sont distans entre eux de un pied à un pied et demi. On sarcle au bout d'un mois. Une fois que les plants ont acquis une certaine hauteur, leur ombrage suffit pour étouffer toutes les mauvaises herbes; on enlève les feuilles inférieures, à mesure qu'elles se fanent. La plantation a lieu dans les colonies au mois d'avril, ce qui correspond, pour la saison, à notre mois de novembre. Elles fleurissent au bout d'un an, et sont récoltées au bout de seize à dix-sept mois.

A cette époque, la canne a, selon le terrain et la saison, jusqu'à quatre et six mètres de hauteur. On coupe la tige à ras de terre, on en abat la cime d'un coup de serpette, puis on retranche une longueur de quarante centimètres pour la bouture de l'année suivante, et on porte la récolte au moulin; là, on les écrase entre trois cylindres parallèles, mis en mouvement par des chevaux, pour en extraire le jus. Au sortir des cylindres, la canne concassée prend le nom de *bagasse*. Ce suc renferme depuis 6 jusqu'à 15 % de sucre cristalli-

sable, de la fécule verte, des débris de ligneux, de l'albumine rendue soluble par un acide, qui est l'acide acétique; ce qui fait que le suc entre promptement en putréfaction dans ces climats chauds. On jette le jus aussitôt dans une grande chaudière, que l'on chauffe à 60° avec un peu de chaux délayée (une partie sur huit cents de suc). Elle a pour but de saturer l'acide, de rendre par conséquent à l'albumine son insolubilité, et de faire subir au jus une première clarification, par la coagulation de l'albumine végétale, qui amène à la surface, sous forme d'écume, toutes les impuretés insolubles que la pression a fait passer dans le jus; on enlève les écumes à mesure qu'elles se forment.

De cette chaudière le jus passe dans une seconde, qui s'appelle la *propre*, où on le fait bouillir doucement avec une nouvelle quantité de chaux, qui produit une nouvelle quantité d'écume, qu'on enlève avec le même soin. De la *propre* le jus passe dans la troisième chaudière, de moindre grandeur, que l'on nomme le *flambeau;* de celle-ci, dans une quatrième, que l'on nomme le *sirop;* et de celle-ci dans une cinquième, que l'on nomme la *batterie,* qui est placée immédiatement sur le foyer. On retire le sirop du foyer, dès qu'il est arrivé à ce point de consistance qu'une goutte placée entre le pouce et l'index s'étire en un fil, quand on écarte les doigts. Il marque alors de 24 à 26° de l'aréomètre de Baumé. On le verse à l'instant dans un

réservoir, où il se refroidit, puis de là dans des caisses en bois percées de plusieurs trous, que l'on bouche avec des chevilles de bois enveloppées de feuilles de maïs.

Au bout de vingt-quatre heures, on remue le sirop avec un mouveron, pour achever la cristallisation, qui est déjà commencée; au bout de quelques heures de repos, on débouche les trous du cuvier, afin de donner un écoulement au sirop non cristallisé, qui est retenu au-dessus des ouviers, et on l'emballe dans des barriques pour l'expédier en Europe sous le nom de *cassonade* ou *sucre brut.*

Le sirop écoulé est renversé de nouveau dans des chaudières, évaporé encore une fois, soumis à des cristallisations successives, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus en obtenir de sucre. Cette quantité incristallisable prend le nom de *mélasse*, elle forme pour ainsi dire les *eaux* mères de la cassonade. Nous reviendrons plus loin sur ses usages (Voy. *Raffinage.*)

DIX-NEUVIÈME ET VINGTIÈME LEÇONS.

EXTRACTION PERFECTIONNÉE DU SUCRE DE CANNES.

Expression du jus des cannes. — Moulins anciens et perfectionnés à 2, 3 et 5 cylindres. — (*Moulin Payen.*) — Fermentation. — Défécation (*extinction de la chaux*). — Monte-jus. — Décoloration. — Évaporation. — Cuite. — Chaudière à bascule de Guillon. — (*Clairce; cuite mousseuse; immobilité des sirops à la cuite; degré de cuite; cuite au crochet, au soufflé; grainage; cuite colorée, etc.*) — Appareil de Roth, Bayvet, Degrand et Derosne, Howard. — Purgerie.

La conformation de la canne n'exige pas que, pour *extraire le suc*, on déchire préalablement les cellules qui le renferment, la pression suffit pour le faire sortir. A cet effet, les cannes sont fortement pressées, et en quelque sorte laminées en passant successivement deux fois entre des cylindres disposés comme ceux d'un laminoir, si ce n'est qu'ils sont tantôt verticaux, tantôt horizontaux.

Dans les moulins verticaux autrefois, une négresse présentait les cannes entre le cylindre du milieu et l'un des cylindres latéraux, et une autre négresse,

placée du côté opposé du moulin, recevait les cannes, pressées ainsi une fois, les dirigeant aussitôt entre le cylindre du milieu et l'autre cylindre latéral, en sorte qu'elles ressortissent épuisées du côté de la première négresse. On a perfectionné ce travail dans les moulins horizontaux, en faisant diriger les cannes, après la première pression, par le *conducteur*, qui économise une ou deux négresses.

Le suc obtenu dans le cours de cette double pression, coule le long des cylindres sur le plateau, et est conduit par la gouttière dans un réservoir (*bassin*) à proximité de la fabrique ou *sucrerie*. Aujourd'hui les moulins sont disposés à un étage d'environ 4 mètres au-dessus du sol, comme les râpes et presses à betteraves (voyez *Fabrication du sucre de betteraves*), afin que le jus puisse couler spontanément dans les chaudières.

Une des *presses* ou *moulins à cylindres horizontaux* le plus usités aux colonies, qui offre le double avantage d'occuper peu d'emplacement et d'être d'un service facile, se compose de trois cylindres horizontaux en fonte, montés entre deux supports, lesquels sont fixés aux extrémités d'une cuvette également en fonte de fer, qui leur sert de pièce d'écartement, et dont l'objet est encore de recueillir le suc ou vesou. Ces supports sont percés de deux petites arcades qui reçoivent les coussinets des cylindres inférieurs, qu'on peut

faire avancer ou reculer sur la platine qui les porte, au moyen de vis de rappel. L'axe du cylindre supérieur roule dans un collet en cuivre, composé de deux pièces et surmonté d'un chapeau qui y est dirigé et retenu par deux vis verticales passant dans le support inférieur. Entre les deux cylindres inférieurs est placée une plaque ou *directrice,* destinée à diriger les cannes qui sortent du cylindre supérieur. Celui-ci est cannelé à sa circonférence et parallèlement à l'axe, les autres sont unis et portent des bords qui embrassent celui-ci ; enfin, les trois cylindres sont mis simultanément en mouvement par des roues montées aux extrémités de leur axe et engrenant ensemble. Les cannes sont portées entre les cylindres à l'aide d'un *tablier sans fin* qui est mis en mouvement par le même moteur (1). M. Payen a proposé un

(1) Autrefois, dans la plupart des habitations, aux colonies, le service du moulin exigeait un troupeau de mulets assez nombreux ; il se faisait, en effet, par deux attelages à la fois, de chacun trois mulets à chaque bout des leviers du manége : ces attelages étaient relayés par *quart,* d'une ou de deux heures. Une sucrerie moyenne employait ordinairement quatre-vingts mulets pour le moulin et les charrois. Aujourd'hui, l'on a reconnu qu'il y a une grande économie à remplacer les bras d'hommes et les bêtes de somme par les machines à vapeur; de même que la vapeur est employée dans toutes les phases de la fabrication du sucre à la place du *feu nu.*

Comme les *moteurs* et les *générateurs* à vapeur jouent maintenant un très grand rôle dans toutes les industries qui nous occupent, et notamment dans la fabrication du sucre, nous croyons devoir ajouter les détails suivans, qui ne sont

autre système de moulin qui paraît réunir toutes les conditions essentielles pour l'expression totale du jus. Ce moulin se compose de 5 cylindres, qui sont chauffés par la vapeur. A l'aide de la chaleur les cellules qui retiennent le jus sucré se désagrègent beaucoup plus aisément, et celui-ci est porté à une température presque suffisante pour la *défécation*.

venus assez à temps pour être insérés dans les *Applications de la Chaleur*, et qui nous paraissent être indispensables pour fixer l'attention des industriels.

Le ministre de l'agriculture et du commerce a dernièrement informé l'Académie des Sciences (février) que la Société industrielle de Mulhouse lui a adressé une proposition pour fixer la détermination d'une unité dynamique légale liée au système métrique. Le ministre, en mettant sous les yeux de l'Académie les pièces relatives à cette affaire, lui demande son avis, tant sur l'opportunité d'une mesure législative, que sur le choix qu'il conviendrait de faire de l'unité dynamique et sur le nom à lui imposer.

L'initiative prise par la Société de Mulhouse nous paraît inspirée par un juste sentiment des besoins de l'industrie, et le moment où nous sommes est précisément celui où il convient de combler sans retard la lacune que l'on signale dans notre système légal des poids et mesures.

Il suffit, pour comprendre la nécessité d'une réforme, de considérer le désordre qui règne sous ce rapport dans le langage des industriels. Selon M. Francœur (*Dictionn. Techn.*), l'unité de travail est la *dynamie* représentant un kilogramme élevé à un mètre de hauteur. M. Poncelet (*Introduct. à la Mécanique indust.*) et M. Morin (*Aide-mémoire du Mécan. pratique*) prennent la même unité en lui donnant le nom de *kilogrammètre*, qui a l'avantage d'exprimer immédiatement l'idée qu'il représente.

Lorsqu'il s'agit d'un moteur, il faut en outre avoir égard au temps, et l'usage le plus général est de prendre alors le *cheval* pour unité. Mais on est fort loin d'être d'accord sur

Par les procédés ordinaires on n'extrait que 50 à 60 parties de jus des cannes, ce qui est fort peu lorsqu'on se rappelle que la canne contient sur 100, 90 parties de liquide. MM. Derosne et Cail ont proposé de soumettre la *bagasse* à une nouvelle pression, en y ajoutant de l'eau. Ainsi épuisée la bagasse qui sert de combustible, ne produit plus, on le conçoit,

la valeur absolue de cette unité. M. Francœur appelle *cheval* une force capable de soulever en 24 heures 6000 mètres cubes d'eau à un mètre. M. Charles Dupin (*Géom. et Méc.*) adopte la même valeur pour le *cheval-vapeur*. Beaucoup de constructeurs français comptent, pour la force d'un cheval-vapeur, 75 kilogr. élevés à un mètre par seconde sexagésimale, ce qui ferait 6480 mètres cubes d'eau élevés à un mètre en 24 heures, estimation plus forte que la précédente. D'autres constructeurs prennent pour la force du cheval 100 kilogrammes élevés à un mètre par seconde. Dans un Mémoire inséré dans le Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, M. Fourneyron estime la force du cheval dynamique, d'après Bolton et Watt, à 73^{k},69 élevés à un mètre par seconde, et dans un rapport faisant suite à ce Mémoire, on prend pour la force d'un cheval, *aussi d'après Bolton et Watt*, 101^{k},35 élevés à un mètre par seconde. Ainsi, une machine qu'un constructeur estimera de la force de 500 chevaux, pourra n'avoir, aux yeux d'autres personnes, que 471, ou 463, ou seulement 342 chevaux de force.

La Société de Mulhouse propose pour unité de force le *dyne*, représentant un kilogramme élevé à un mètre en une seconde. Ce radical se combinerait ensuite suivant la règle du système métrique avec les radicaux grecs et latins pour composer des unités d'ordres supérieurs et inférieurs, tels que le *kilodyne* et le *millidyne*. L'hectodyne, susceptible d'être appliqué à l'évaluation des grands moteurs, aurait l'avantage de représenter la force réelle d'un cheval, ce qui permettrait de conserver encore cette expression en en modifiant la valeur.

autant de calorique, mais le sucre est un combustible cher, et il n'est pas difficile de comprendre qu'il y a économie à en extraire de la canne le plus possible; c'est pourquoi le système de moulin de M. Payen nous paraît mériter la plus grande attention. Les cylindres sont percés de petits trous à travers lesquels passe la vapeur à l'état globulaire, pour ainsi dire; celle-ci s'injecte dans les cellules des cannes, qui cèdent par voie d'*endosmose* le jus le plus dense qu'elles contiennent.

Le jus des cannes une fois obtenu, il s'agit d'en extraire le sucre, d'en éliminer les matières étrangères, et d'éviter *à priori* la fermentation. Fixons d'abord les idées sur cette fermentation, le mal le plus dangereux, presque inévitable, et qui transforme, en quelques minutes, des bassins, des chaudières de sirop, en sucre incristallisable! Nous le dirons une fois pour toutes : la *fermentation, si dangereuse par les pertes qu'elle fait éprouver aux fabricans et qui dépend d'une foule de circonstances malheureusement indépendantes des meilleures dispositions, peut être évitée* dans la rapidité que l'on met à éliminer les matières étrangères contenues dans le jus, matières qui jouissent de la *nuisible* faculté de provoquer la conversion du *sucre* en *glucôse*, *alcool*, etc., c'est-à-dire en produits incristallisables.

Les matières *acides*, *alcalines*, *neutres*, *organiques*, *azotées*, etc., exercent toutes une action sur

le sucre, action qui tend à le transformer en autre produit, et, chose remarquable, le jus qui contient le sucre, renferme des matières acides, alcalines, neutres et organiques. De toutes la plus redoutable et la plus abondante est la matière azotée (1), qui fait l'office de ferment et qui n'attend qu'une température suffisante et l'accès de l'air pour exercer son action désorganisatrice; de là conversion du sucre en acide lactique, mannite, glucôse, alcool, etc. (2).

La *défécation* est donc l'opération première que

(1) Les substances azotées sont, de tous les corps, ceux qui, de préférence, provoquent la fermentation et la putréfaction des substances organiques. (J. Liebig.)

(2) La décomposition particulière que subit le sucre sous l'influence du ferment, peut être considérée comme le type des métamorphoses que l'on désigne sous le nom de FERMENTATION. Les produits de cette fermentation sont le plus généralement de l'alcool et de l'acide carbonique. M. Thénard a obtenu de 100 parties de sucre de canne 57,5 parties d'alcool de 39° B., correspondant à 52,62 part. d'alcool absolu. 100 parties de sucre ont donc donné :

51,27	acide carbonique,
52,62	alcool.
Ensemble 103,89	

Le sucre ne renferme ni de l'acide carbonique tout formé, ni de l'alcool, ni aucun autre des produits nombreux qui naissent sous l'influence de certains agens étrangers. D'après sa manière de se comporter, il faut le considérer comme une molécule complexe, qui peut se dédoubler en acide carbonique et alcool, par suite d'un nouveau groupement de ses propres élémens, avec le concours des élémens de l'eau.

l'on doit faire subir au jus. Celui-ci s'écoule dans un bassin d'où il est repris par un appareil nommé *monte-jus*, pour être porté dans la *chaudière à déféquer*. Nous décrirons la construction de ces chaudières, en traitant de l'extraction du sucre des betteraves, parce que la défécation est surtout une opération plus importante dans cette industrie.

La défécation se fait à l'aide d'un lait de chaux; cette base coagule l'albumine végétale, neutralise les matières acides, décompose quelques sels et précipite une certaine partie de la matière colorante. Deux précautions importantes doivent être apportées dans la préparation et les dosages de la chaux.

1° La plus grande division de la chaux doit être opérée par son extinction ;

L'expérience a prouvé que les élémens du ferment ne prennent aucune part sensible à la formation des produits que donne le sucre par la fermentation.

Le jus des cannes, des betteraves, des carottes et des oignons, etc., contient une grande quantité de sucre, en même temps que certaines matières azotées, telles que de l'albumine végétale, du gluten, etc. Lorsqu'on abandonne ce jus à la température ordinaire avec de la levure de bière, il fermente comme de l'eau sucrée, et il se dégage de l'acide carbonique avec effervescence, tandis que le liquide retient une quantité d'alcool correspondante à celle du sucre qui s'y était trouvé. *Lorsqu'on l'évapore à une température de* 30 *à* 40 *degrés*, il entre également en fermentation : bientôt un dégagement abondant de gaz se manifeste, accompagné d'une odeur fort désagréable. Si l'on examine le résidu dès que la décomposition est achevée, on n'y trouve plus d'alcool. *Le sucre a disparu*, de même que toutes les substances azotées

2° Une fois le dosage convenable, il faut être assuré de retrouver aisément les mêmes quantités dans les opérations ultérieures.

Pour obtenir le premier point, on doit d'abord choisir la chaux grasse la plus pure, puis l'éteindre en masses un peu fortes, par des additions successives d'eau chaude ou tiède, remuer lentement de manière à faire pénétrer le plus également possible l'eau dans toutes les parties qui commencent à *fuser*; ajouter ensuite assez d'eau pour obtenir un lait de chaux marquant 14 à 16 degrés à l'aréo-

qui se trouvaient avec lui dans le jus végétal; tous ces corps se sont décomposés en même temps; l'azote des substances azotées se trouve dans le liquide à l'état d'ammoniaque, et, outre celle-ci, on y remarque trois autres produits formés par les élémens des sucs végétaux; l'un constitue un acide volatil, qui se rencontre dans l'économie animale, c'est l'*acide lactique;* l'autre est la *mannite*, principe cristallin que renferme la canne; le troisième enfin est une masse solide, semblable à la gomme arabique, et formant avec l'eau un mucilage épais. Ces trois produits, indépendamment des gaz qui sont dégagés, pèsent déjà plus que le sucre contenu dans le suc végétal; ils ne sont donc pas formés exclusivement des élémens du sucre. Comme aucun de ces produits ne se trouvait dans le jus avant la métamorphose, il est évident qu'ils ont pris naissance par la décomposition réciproque des élémens du sucre et des substances étrangères; c'est précisément cet enchaînement de métamorphoses que J. Liebig appelle *putréfaction*.

Ces fermentations sont bientôt suivies de la fermentation acide, et dès que celle-ci se manifeste sur la plus petite quantité de jus, elle se communique très rapidement à toute la masse.

mètre de Baumé, que l'on y plonge au moment où l'on vient de mettre toutes les parties en suspens par l'agitation; enfin passer tout ce liquide émulsif au travers d'un tamis en toile métallique de fil de fer.

Le deuxième point ou dosage régulier s'obtiendra facilement, en mesurant toujours les mêmes volumes de lait de chaux marquant le même degré à l'aréomètre.

On rendra la chaux meilleure, en la laissant déposer et jetant l'eau claire surnageante; il serait même bon de répéter plusieurs fois ce lavage, afin d'entraîner la plus grande partie de la potasse que peut contenir la chaux, surtout si elle a été cuite au bois.

On rendra toujours les défécations plus promptes et plus complètes, en faisant chauffer le lait de chaux jusqu'à l'ébullition avant de le verser dans le jus.

Dans la défécation, on doit chauffer le jus aussi vite que possible; et dès que la température du liquide est à 55 ou 60 degrés, ou lorsqu'on peut à peine y tenir le doigt un instant, on verse le lait de chaux, on agite vivement quelques secondes, puis on laisse reposer jusqu'à ce que la première apparence d'ébullition se manifeste. La proportion de chaux varie suivant la qualité du jus; celle-ci dépend de l'état des cannes, de la nature du sol, des engrais, de la saison, des soins de culture (ce qui est encore plus sensible pour les

betteraves) (1), etc.; elle ne peut être reconnue d'après la densité du jus. Il serait bon de faire quelques essais préalables de défécation en petit à chaque opération; une *grande habitude* peut seule guider l'ouvrier.

Un petit excès de chaux est utile dans la défécation, et il y a toujours une certaine quantité de sucre qui passe à l'état de saccharate. Lorsqu'il y a du sucre de raisin, il se forme un *glucosate* qui se colore par l'élévation de température, de sorte que, dès que l'ébullition s'annonce, il faut se hâter de prévenir celle-ci, soit en fermant les robinets à vapeur et à retour d'eau, et ouvrant le robinet à air, soit (si l'on chauffe à feu direct) en tenant la porte du foyer ouverte, couvrant tout le combustible ardent avec du charbon mouillé.

Nous avons dit plus haut que le jus des cannes était conduit dans la chaudière à déféquer par un *monte-jus*. On appelle ainsi un appareil fort ingénieux appliqué, dans ces derniers temps, à l'extraction du sucre de betteraves, qui permet de vider complètement, en quelques minutes, le bassin placé au-dessus de lui, rempli de jus, et de le

(1) Les opérations suivies aujourd'hui dans les sucreries exotiques étant, à peu de chose près, les mêmes que celles des fabriques indigènes, nous les décrirons une fois pour toutes avec le plus de précision possible, soit dans l'extraction du sucre de cannes, soit dans celle du sucre de betteraves, selon qu'elles sont plus particulières à l'une ou à l'autre industrie.

sirop dans quelques fabriques perfectionnées, comme celle de M. Vincent, à l'île Bourbon, et dans nos sucreries indigènes. Le chauffage a toujours lieu avec les cannes épuisées dites bagasses : c'est le seul combustible à disposition, encore est-il trop peu abondant.

L'ouverture des foyers et cendriers est au dehors de l'atelier, dans des galeries ouvertes, afin d'éviter l'encombrement et l'inconvénient de la poussière.

Après la filtration, on fait évaporer le jus par divers procédés, pour le rapprocher jusqu'à 18 à 20 degrés à l'aréomètre; à cette époque, il est devenu plus foncé en couleur qu'avant la filtration : et cela se conçoit, puisque la matière colorante, n'étant pas volatile, se trouve réunie dans une moindre quantité de liquide. L'évaporation peut se faire dans le vide, à feu nu, à l'aide de serpentins, etc., comme on va le voir dans la description de l'appareil de Roth modifié et perfectionné. Après l'évaporation vient une deuxième filtration; elle se fait sur du noir en grains neufs. Après cette opération, on soumet le sirop à la cuite.

La cuite s'est pratiquée de diverses manières, et a donné lieu, soit dans l'extraction du sucre de betteraves (les perfectionnemens apportés dans les colonies sont des exportations de nos procédés indigènes), soit dans le raffinage des sucres, à plusieurs belles inventions. Nous nous bornerons

ici à indiquer les principaux procédés en usage : cuite à la bascule, à feu nu ; cuite à la vapeur forcée, rapprochement par insufflation d'air chaud (voyez *Raffinage*); cuite dans le vide relatif (Roth, Bayvet, Degrand et Derosne). Quant au système *Howard*, c'est au raffinage que ce dernier mode de *cuire* le sucre est appliqué jusqu'aujourd'hui, et seulement en Angleterre. C'est un des plus dispendieux de premier établissement, d'entretien et de réparation.

L'ancienne méthode de cuite en chaudières fixes, chauffées à feu nu, réunissait les inconvéniens d'une durée longue et d'une température élevée. On y a généralement renoncé.

Cuite dans la chaudière à bascule. Ce moyen de rapprocher les sirops au degré de *cuite* fut un perfectionnement remarquable à l'époque où M. Guillon imagina de substituer cette sorte de chaudière aux chaudières fixes. Dans ces dernières, l'évaporation durait 30 à 45 minutes ; dans celles de M. Guillon, la cuite pouvait être faite en 6 ou 8 minutes. Dans le premier cas, l'altération, augmentée encore par la masse, était au-delà de six fois plus grande que dans le deuxième ; aussi s'empressa-t-on de l'adopter dans toutes les raffineries, puis ensuite dans les fabriques de sucre indigène, puis enfin dans plusieurs habitations coloniales où l'on extrait le sucre de cannes.

C'est encore aujourd'hui la construction lá plus simple et la moins dispendieuse de premier éta-

plissement ; elle convient surtout aux petites exploitations. Devant et au pied de la chaudière à bascule, se trouve un rafraîchissoir ou réservoir en cuivre, dans lequel la chaudière basculant verse successivement les cuites. Ce vase peut être posé sur des roulettes ou galets, afin de les faire passer dans l'*empli*, chambre où se disposent les *formes* dans lesquelles le sucre doit cristalliser en masse.

Le sirop filtré ou *clairce*, contenu dans un réservoir dont le fond est un peu élevé au-dessus des bords de la chaudière à bascule, se verse à volonté dans cette chaudière, à l'aide d'un robinet. Il convient, par la rapidité de l'opération, que la clairce n'occupe qu'une hauteur de 18 lignes à 2 pouces. Le feu étant fort actif, l'ébullition vive s'établit en moins d'une minute dans toutes les parties de la chaudière ; souvent le sirop visqueux, surtout en raison de ce que l'on n'a pas employé pour la défécation une dose suffisante de chaux, s'élève en mousse trop volumineuse, et, mouillant incomplétement le fond, pourrait brûler. On diminue cet inconvénient en faisant crever avec rapidité les bulles accumulées formant la *mousse ;* pour cela on jette une petite quantité (4 à 5 grammes) de matière grasse. On se sert plus ordinairement de beurre pour obtenir cet effet. Un phénomène inverse observé dans la cuite porte le nom d'*immobilité des sirops à la cuite ;* il paraît tenir à l'excès de chaux, qui, combinée au sucre (*saccharate de chaux*), retiendrait

l'eau avec une telle force, qu'on ne peut que difficilement l'en séparer sans une profonde altération. L'appareil Brame-Chevalier, comme nous le verrons, soit par l'agitation forcée qu'il imprime à la clairce, soit par l'acide carbonique qu'il y introduit avec l'air, remédie le mieux à ce grave accident.

Afin de simplifier la construction de ses chaudières et d'y remplacer plus promptement les sirops cuits, M. Guillon imagina depuis de les laisser fixes, de les disposer à côté les unes des autres et de les tenir assez étroites et longues (10 pouces sur 6 à 8 pieds), pour que le sirop cuit fût chassé en une nappe uniforme, en ouvrant le robinet qui le laisse couler dans le rafraîchissoir, en même temps qu'on ouvre le robinet qui fait couler le sirop dans la chaudière. Cet ingénieux ustensile a été désigné sous le nom de *poissonière*, et appliqué avec succès à rapprocher les clairces dans le raffinage; il serait sans doute très convenable dans les petites exploitations coloniales.

On a proposé divers moyens de reconnaître le *terme de l'évaporation*, le point de rapprochement convenable, au *degré de cuite*, de la clairce, pour que la cristallisation en masse se fît bien. Naguère encore nous avons vu, dans de grandes usines, les chaudières fixes munies de thermomètres indiquant ce terme. On conçoit en effet que la densité du liquide augmentant avec l'évaporation de l'eau,

la température de l'ébullition augmentait en même temps.

Mais déjà, dans les cuites durant 30 à 45 minutes, les indications du thermomètre étant trop lentes, on a dû y renoncer. Le mode le plus généralement adopté, soit dans la fabrication, soit dans le raffinage du sucre, consiste à poser horizontalement et avec célérité une écumoire dans toutes les parties du sirop bouillant, à relever la lame verticale, effleurer aussitôt sa surface avec le bout de l'index, poser celui-ci sur le pouce, et écarter les doigts, en regardant l'effet du liquide interposé. S'il forme un filet qui, en se rompant, *se replie en crochet*, le rapprochement du sirop est à son terme. Un autre moyen simple consiste à *souffler fortement sur la face de l'écumoire*, relevée et légèrement secouée. Si alors une multitude plus ou moins grande de globules légères s'envolent en arrière, la cuite est terminée et plus ou moins rapprochée. Avec un peu d'habitude, ces procédés simples suffisent au but qu'on se propose; et, d'ailleurs, quelques cuites trop rapprochées se corrigent par quelques autres poussées moins loin et que l'on y mélange à dessein.

Dès que le terme de la cuite est reconnu, on tire la chaîne de la bascule, et le sirop cuit tombe dans la chaudière dite *raffraîchissoir*. Le produit de six à huit ou dix opérations, étant ainsi rassemblé dans un rafraîchissoir, on roule celui-ci dans l'*empli*, et on le remplace par un autre vide, ou

bien deux rafraîchissoirs contiguës sont à portée de la chaudière, en sorte que lorsque l'un est rempli, on tourne une gouttière courte qui y dirigeait les cuites dans le sens opposé, et l'autre rafraîchissoir commence alors à se remplir.

Ce dernier mode est préférable; il permet de réunir un plus grand nombre de cuites, et de commencer le *grainage* ou cristallisation sur de plus ou moins grandes masses, ce qui modifie à volonté la cristallisation. Il évite d'ailleurs le déplacement du rafraîchissoir si l'empli est très près de l'atelier où se termine la concentration.

Pendant la cuite, les sirops se colorent et s'altèrent toujours plus ou moins, suivant qu'ils sont plus ou moins impurs. Les principales causes de ces altérations sont l'élévation de la température, et surtout la durée de l'opération.

L'appareil de Roth et Bayvet (fig. 31, 32, 33, 34, 35 et 36) dispense de l'emploi d'un moteur, le vide étant produit constamment de 21 à 23 pouces de mercure par une très petite portion de la vapeur servant au chauffage. Il se compose d'une chaudière à double fond en cuivre, assemblée avec un dôme ou coupole de même métal, hermétiquement fermée. L'espace compris entre les deux fonds est chauffé par la vapeur provenant d'un générateur qui la distribue aussi à volonté dans l'espace sous le dôme et dans le réfrigérant pour produire le vide; enfin, dans un serpentin ou tuyau contourné en spirale, placé

sur le fond intérieur, où elle circule constamment pour activer la cuisson du sirop.

Aussitôt que, par une forte injection de vapeur, la chaudière et le tambour réfrigérant sont purgés d'air, et que le vide y est établi par la condensation, la clairce à rapprocher, contenue dans une bassine contiguë, s'y précipite.

A mesure que la vapeur est produite dans la chaudière, elle passe dans un réservoir réfrigérant, dont l'air a d'abord été chassé, puis où elle est condensée par un courant d'eau froide, qui se répand en pluie dans l'intérieur du vase. L'eau de condensation, dont la température est élevée de 40 à 45° par le calorique enlevé à la vapeur, peut être quelquefois utilisée par divers usages. La *preuve* ou degré de cuite se prend au *filet* ou *crochet;* une sonde très simple et d'un usage commode, adaptée sur la chaudière, permet de retirer une petite portion du sirop sans laisser entrer l'air.

Dès que le sirop est cuit au degré ordinaire, en tournant un robinet, on le fait écouler dans un rafraîchissoir placé au-dessous ou à côté de la chaudière. On peut à volonté réchauffer dans la chaudière ou dans le rafraîchissoir pour faciliter le commencement de la cristallisation.

Voici les avantages principaux qu'offre cet appareil :

1° Il opère avec une grande célérité ; un appareil dont la chaudière a 6 pieds de diamètre peut

suffire à une raffinerie qui fond 25 milliers de sucre par jour, comme à une fabrique où l'on évaporerait journellement 300 hectolitres de jus. Si l'on ajoute une 2e chaudière semblable de 4 pieds de diamètre, la totalité de l'évaporation, à partir de la 1re filtration, pourra se faire dans les 2 chaudières, la plus petite ne servant qu'aux sirops clarifiés.

2° La durée d'une cuite est de 20 minutes.

3° La température à laquelle s'opère la cuite des sirops, pour des charges moyennes, est de 60 à 65°. On pourrait opérer au-dessous de ce degré, mais ce serait sans avantage bien marqué, puisqu'il faudrait diminuer la charge, augmenter la proportion d'eau de condensation, et employer plus de vapeur pour former le vide.

4° Dans ce système on ne fait pas habituellement usage de *réchauffoirs*, et après chaque opération on se contente de laisser la cuite quelques minutes dans le rafraîchissoir avant de porter dans les formes; et le grainage commençant rapidement, on *opale* dans le rafraîchissoir seulement, et l'on ne *mouve* plus dans les formes, même dans le raffinage.

5° Cet ingénieux appareil peut fonctionner par la vapeur à la pression atmosphérique ordinaire, et éviter ainsi les inconvéniens attachés à l'emploi de la vapeur à haute pression. Toutefois, cette disposition est facultative : l'appareil marche à moyenne et même à haute pression, sans qu'il

en résulte aucun changement dans les conditions essentielles du système. Une tension plus élevée dans la vapeur chauffante accélère la vitesse des opérations.

6° On peut rapprocher dans la chaudière de Roth des sirops qui, à raison de leur qualité inférieure, présentaient des difficultés insurmontables pendant la cuite à l'air libre. Elle permet aussi d'extraire du sucre cristallisé de quelques mélasses qui ne sont pas susceptibles d'en donner lorsqu'on évapore dans les chaudières à l'air libre.

7° Toutes les vapeurs étant condensées dans cet appareil, facilitent dans l'usine une grande propreté ; de plus, en faisant disparaître cette masse de vapeur qui inonde ordinairement les raffineries et les sucreries de betteraves, on préserve les bâtimens d'une détérioration notable.

8° Cet appareil, appliqué au raffinage, ne nécessite pas de nettoyer les chaudières intérieurement, et après le rapprochement des sirops dans la fabrication du sucre de betteraves, les ne-toyages sont très faciles, car la température à laquelle la cuisson s'opère habituellement ne fait pas adhérer les corps étrangers aux surfaces chauffantes en contact avec le liquide.

Enfin, l'avantage principal qui résulte du système évaporatoire de Roth, appliqué aux usines à sucre, c'est que tous les produits qu'on obtient sont d'une nuance moins foncée et de meilleur goût. La quantité des sirops incristallisables est diminuée dans une proportion sensible, si on com-

pare l'appareil de Roth aux appareils précédemment construits. Quant à ceux établis plus récemment, notammeut ceux de MM. Brame-Chevalier, Degrand, Champonnois, ils présentent, à un degré plus ou moins élevé, les mêmes avantages.

La quantité d'eau nécessaire dans le travail est de 5 hectolitres par hectolitre de sirop à cuire; mais on peut réduire de plus des 9/10 cette quantité d'eau à l'aide d'un réfrigérant.

Les figures 31 à 36 feront connaître les détails de la construction et la manœuvre de cet appareil, ainsi que le réfrigérant; il est indispensable que les ajustemens et toutes les clouures tiennent parfaitement le vide. Figure 31 : élévation latérale de l'appareil et coupe de récipient de condensation des vapeurs. Figure 32 : vue en dessus de l'appareil. Figure 33 : tuyau tourné en spirale et placé au-dessus et près du fond supérieur de la chaudière. Figure 34 : plan et coupe verticale du récipient par l'axe g. g. Figure 35 : coupe de la sonde servant à prendre les preuves du liquide. La partie inférieure de la figure 36 représente le piston de la sonde vu séparément; et la partie supérieure de la même figure représente la coupe du tube dans lequel passe le piston. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, chaudière évaporatoire en cuivre ; elle est formée des pièces suivantes : *a, a,* fond intérieur; *b, b,* deuxième fond ou fond extérieur. Les deux fonds sont bombés en sens inverse l'un de l'autre

le la
par
d'un
e la
ıyau

nt B;
'mée
oute
: de
aux
'e de
; un
mo-
: in-
; C,
r ou
acité
'e ; à
bois
t sur
nent
: ve-
va-
: B;
ıyau
ıètre
pour
; O,
l'ap-
sion

I
m
m
D
pl

d
m
ti

de
pa
sal
tie
tio
de
de
spi
rie
ve
co
du
rep
et
sen
pis
obj

for
b,
fon

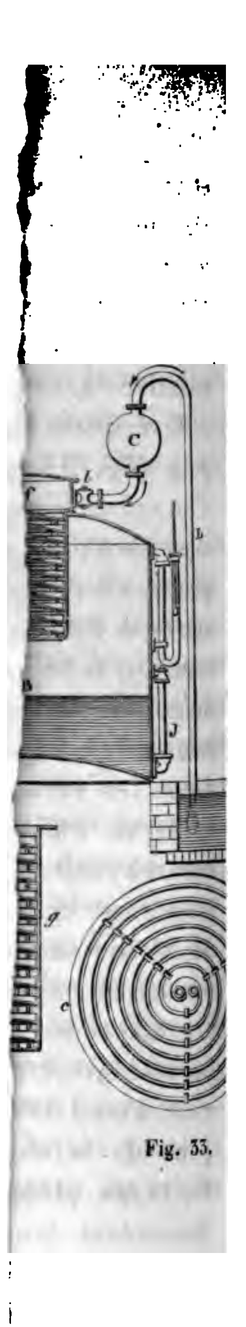


Fig. 33.

et réunis au centre; *c*, coupole ou dôme de la chaudière. Ces trois parties sont assemblées par un joint commun; *d* est un chapiteau muni d'un obturateur bien ajusté. Dans l'intérieur de la chaudière est placé un serpentin formé d'un tuyau en cuivre *e*, tourné en spirale (fig. 33).

B, récipient en tôle; *f*, chapiteau du récipient B; *g*, *g* (fig. 31 et 34), espèce de passoire formée d'un cylindre en cuivre percée de trous sur toute sa surface; dans son intérieur est une série de plateaux ou diaphragmes superposés les uns aux autres, et également criblés d'un grand nombre de trous; *j*, tube indicateur du niveau de l'eau; un manomètre à air libre, dans lequel une tige mobile en bois repose sur la surface du mercure indique les variations de hauteur du liquide; C, boule en cuivre; à gauche est un réservoir ou bassin à *clairce*, dont tout ou partie de la capacité jaugée est égale à la charge de la chaudière; à droite le réservoir à eau froide; G, bâti en bois servant de support à la chaudière et portant sur une maçonnerie; I, tuyau à triple embranchement pour l'admission, dans l'appareil, de la vapeur venant d'un générateur; J, tuyau conduisant la vapeur de la chaudière A dans le récipient B; K, tuyau plongeant dans un bassin; L, tuyau descendant dans le réservoir; M, thermomètre qui entre dans la chaudière A; N, sonde pour prendre des preuves du sirop en ébullition; O, tuyau de décharge de l'eau de condensation; l'appareil porte en outre un robinet pour l'admission

de la vapeur dans la chaudière ; un robinet pour la sortie de l'eau qui a servi à la condensation (et ensuite de l'air), et qui se manœuvre avec une clef à levier *n ;* un robinet pour l'admission du sirop dans la chaudière, et un robinet pour l'introduction de la vapeur entre les fonds ; un autre robinet introduit la vapeur dans le tuyau en spirale *e; r, s,* robinets de retour (fig. 32); *t,* robinet d'aspiration ; *u,* robinet pour la rentrée de l'air; *v,* robinet pour vider la chaudière.

Manœuvre de l'appareil. On commence par expulser l'air. A cet effet, on injecte la vapeur dans la chaudière en ouvrant le robinet *t;* l'air sort par le robinet du tambour ; son expulsion est complète après une ou deux minutes. On reconnaît que le vide est formé lorsque, touchant la partie inférieure du récipient B, on n'y peut plus tenir la main ; on ferme alors le robinet *l*, et l'on ouvre le robinet *o;* le sirop du bassin est attiré rapidement dans la chaudière sous l'influence du vide, qui se forme par la condensation de la vapeur. On referme le robinet avant que le niveau du liquide dans le bassin ait mis à découvert l'orifice du tuyau plongeur K, afin qu'il ne puisse pas aspirer d'air. En ce moment, il ne reste qu'à introduire la vapeur dans le double fond et dans le tuyau spiral *e,* au moyen des robinets *p* et *q*, et à ouvrir les robinets de retour *r, s* (fig. 32). Ces robinets ramènent au générateur l'eau provenant des vapeurs condensées ; ils ont chacun un embranchement latéral muni d'un petit robinet à air.

Quelques secondes après l'introduction de la vapeur dans le tuyau spiral et dans le double fond, on voit remonter le flotteur du manomètre qui était descendu au moment où le sirop est entré dans la chaudière; c'est l'indice que le sirop a atteint le degré d'ébullition convenable. On ouvre alors le robinet d'aspiration pour laisser arriver l'eau du réservoir, et l'on règle son admission de manière à maintenir le flotteur du manomètre dans les limites déterminées.

Quand on juge l'opération près de son terme, on prend la preuve au moyen de la sonde N. Cet instrument consiste en un corps de pompe ou cylindre X en cuivre (fig. 35 et 36), présentant à l'extérieur une entrée conique; il reçoit un piston *w* de même métal. La tige de ce piston porte au-dessous de la poignée un cône *g*, ajusté dans la douille qui ferme l'entrée du corps de pompe. Lorsque le piston est descendu au fond, et tourné de manière que les ouvertures coïncident, le liquide pénètre dans la cavité. La manœuvre de cet instrument consiste à tourner le piston d'un demi-tour, en appuyant sur la poignée de manière à amener sa cavité en dessus. Dans ce mouvement d'un demi-tour, le piston ferme le robinet cylindrique; on retire alors le piston, et, ayant pris la preuve dans la cavité pleine de sirop, on le replace dans sa première position.

Le sirop étant jugé cuit, l'ouvrier ferme les robinets *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, et, ayant laissé entrer l'air

par le robinet *u*, il vide simultanément la chaudière par un robinet, et le récipient B par un autre robinet, pour recommencer une autre opération.

La boule C sert à opérer instantanément la condensation d'une partie des vapeurs qui remplissent l'appareil immédiatement après l'expulsion de l'air, et à provoquer la prompte aspiration du sirop dans la chaudière; elle est surtout utile lorsque le bassin est éloigné de la chaudière, et que le sirop, pour y arriver, est obligé de monter à une certaine hauteur.

La hauteur de l'aspiration de l'eau ne doit pas dépasser 5 mètres. Un réfrigérant permet de faire toujours servir la même eau, et d'y ajouter l'eau de condensation que fournit la vapeur des sirops. Ce réfrigérant se compose d'un plateau à rebords, élevé à 15 pieds au-dessus du sol; son fond est percé de trous garnis par le bout de tubes de 15 pieds de haut et de 6 pouces de diamètre en toile forte et claire, soutenue par des cercles en plomb, qui les maintiennent verticalement au-dessus d'un bassin inférieur dans lequel se rassemble toute l'eau qui s'écoule sur les tubes et qui a servi à la condensation de la vapeur dans le grand cylindre à concentrer. L'eau chaude est montée à l'aide d'une pompe et de son tuyau sur le plateau, d'où elle se distribue le long des tubes, et les rafraîchit par suite de l'évaporation. La même pompe peut reprendre l'eau recueillie dans le bassin, afin

de lui faire subir un nouveau refroidissement en la reportant une deuxième fois sur le plateau supérieur.

Il est bon d'avoir à proximité deux grands réservoirs capables de contenir chacun la quantité d'eau nécessaire au travail d'une journée, afin que le refroidissement s'y continue de manière à ce qu'il suffise de faire monter une ou deux fois au plus l'eau sur l'appareil réfrigérant.

M. Bayvet, un de nos raffineurs les plus éclairés, ayant employé l'appareil que nous venons de décrire pendant plusieurs années dans sa raffinerie de Paris, indiqua quelques perfectionnemens; le plus notable est le chauffage simultané en dedans et en dehors. Enfin, MM. Roth et Bayvet ont ajouté le réfrigérant (que nous avons aussi décrit) qui supprime la plus grande partie de la dépense de l'eau, dans les localités où elle pourrait être rare.

Appareil Degrand.—Les détails minutieux dans lesquels nous sommes entrés relativement à l'appareil de Roth et Bayvet, nous permettront d'être brefs dans la description du système *Degrand*. On voit d'abord que la chaudière est à double enveloppe et à serpentin intérieur; qu'elle porte, en outre, une sonde d'épreuve, des jours fermés par des verres, pour observer le travail à l'intérieur, un thermomètre, un robinet d'épreuve et un robinet à huile semblables à ceux de la chaudière oth, et qui n'ont pas été figurés pour ne pas

compliquer le dessin. Les autres parties de l'ap pareil vont êtres décrites en expliquant la maniè de conduire les opérations.

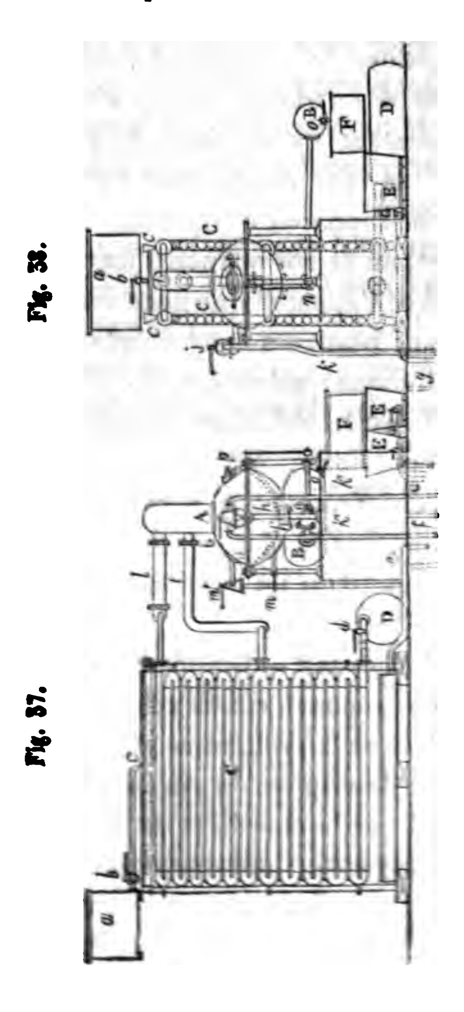


Fig. 38.

Fig. 37.

Pour la conduite de l'opération, c'est dans l chaudière A (figures 37 et 38) qu'on éprouve l

lissolutions sucrées. La vapeur chauffante est in-
roduite dans le double fond *h*, et circule dans le
erpentin *h'*. L'expulsion de l'air s'effectue dès
ju'on ouvre les robinets *m'* et *j*; la vapeur s'in-
roduit en effet dans la chaudière close et sort
lans l'atmosphère en *j'*, après avoir parcouru cette
haudière, le condensateur C et le cylindre D qui
e termine, entraînant avec elle au dehors, l'air qui
' était contenu.

L'air étant ainsi chassé, on ferme les robinets
n, *f*, et l'on ouvre *b*; alors le liquide (jus déféqué
t filtré au noir) contenu en *a* commence à s'é-
ouler sur le condensateur C, et produit le vide.
Bientôt après, on aspire dans la chaudière A la
harge du jus à concentrer ou de sirop à cuire. A
et effet, on ouvre le robinet *j*, qui permet de
uiser à volonté dans le réservoir *f* ou dans le ré-
ervoir G; et quand le niveau, placé sur la chau-
lière, indique que la charge est complète, on
rrête l'écoulement du jus ou du sirop, en fermant
e robinet *j*. Mais, un instant même avant que la
harge soit complète, on ouvre les robinets *m*, *m'*
our introduire la vapeur chauffante dans le sys-
ème de chauffage; l'ébullition du jus ou du sirop
ontenu dans la chaudière se manifeste bientôt.

La vapeur que ce jus produit est conduite au
ondensateur-évaporateur C par les tuyaux *ll*. Ce
ondensateur, ajouté par M. Derosne, se compose
le deux séries de tubes horizontaux, assemblés
lans un plan vertical, au moyen de coudes creux

qui établissent une libre communication d'un tube à l'autre. Dans ces tuyaux circule la vapeur qui se produit dans la chaudière close, et c'est sur leurs parois intérieures que s'opèrent la liquéfaction et le refroidissement. De là le nom de *condensateur*, par lequel on désigne lesdits assemblages de tuyaux. On l'appelle aussi *évaporateur*, parce qu'il accomplit une autre fonction simultanée, indiquée plus loin.

En *a*, est un réservoir qu'on alimente de jus déféqué ; le tuyau *b*, par lequel ce jus s'écoule dans les deux trémies *c*, est muni d'un robinet qui gradue l'écoulement.

Au-dessus de chacun des assemblages de tubes condensateurs-évaporateurs, est placée une des trémies *c*, qui sert à distribuer d'une manière uniforme, sur toute la surface du premier tuyau de sa série, le jus que lui fournit le réservoir *a*. Du premier tuyau le jus tombe sur le deuxième, et en mouille aussi la surface externe; de là il tombe sur le troisième tube, puis sur le quatrième, et ainsi de suite jusqu'au tube le plus bas ; en sorte que tous les tubes sont constamment mouillés de jus sur toute la surface extérieure, pendant que la chaudière close lance dans leur intérieure la vapeur qu'elle génère. La liquéfaction de cette vapeur détermine, sur la surface extérieur des tubes, une évaporation qui extrait du jus un poids d'eau presque égal à celui des vapeurs liquéfiées et refroidies au dedans. Cette nou-

de combinaison double à peu près l'effet utile
as augmentation de la dépense en combustible.
Après avoir subi, sur le condensateur-évaporateur, un commencement de concentration, le jus
t reçu sur un plan incliné, aboutissant au tuyau
, qui le verse dans le réservoir *f*, et c'est dans
e réservoir qu'on le puise pour alimenter la
haudière close.

Le tuyau le plus bas du condensateur-évaporateur étant en communication avec le cylindre D,
l'eau de condensation est recueillie dans ce cylindre. On évacue cette eau à volonté sans laisser
l'air s'introduire dans tout l'appareil et sans suspendre le travail de la vaporisation dans la chaudière close et sur le condensateur C. Pour cela,
après avoir fermé le robinet *d*, on projette dans
le cylindre OD de la vapeur fournie par le générateur, et l'on ouvre le robinet de décharge *j* de ce
cylindre, comme si on voulait le purger d'air.
Lorsque l'eau qu'il contient est évacuée, on ferme
es robinets de décharge et de vapeur et l'on ouvre de nouveau le robinet *d*.

Dans le cas où le cuiseur aurait négligé d'introduire, au moment opportun, du beurre ou tout
autre corps gras dans le liquide soumis à l'évaporation, ou bien si ce liquide recélait beaucoup de
gaz, et qu'il y eût une ébullition tumultueuse
qu'on ne pût maîtriser en y introduisant un corps
gras ou en modifiant la chaleur, le sirop serait
projeté hors de la chaudière, mais il serait re-

cueilli dans le cylindre D, allongé de très peu d'eau. Ce cylindre sert d'ailleurs à un autre usage; si, durant une opération, il s'introduit un peu d'air dans l'appareil, la capacité du cylindre étant une fraction notable de la capacité totale de l'appareil, il est évident qu'en le purgeant d'air, on amoindrit très sensiblement la quantité totale de l'air qu'on veut expulser. On pourrait, en répétant plusieurs fois de suite cette opération, rétablir le vide sans suspendre la vaporisation.

Au-dessous de la chaudière A, est un cylindre B destiné à recevoir le sirop, dès qu'on a opéré une concentration suffisante dans la chaudière évaporatoire, ou la clairce; un robinet *n* est établi sur le tuyau qui unit la chaudière au cylindre, en sorte qu'on peut à volonté ouvrir ou fermer la communication entre ces deux vases clos. Le robinet *n* est fermé quand on purge d'air tout l'appareil; par conséquent, le cylindre B ne se vide pas d'air par la même opération, mais il est muni d'un robinet qui lance à volonté de la vapeur fournie par le générateur, et d'un robinet de décharge; on peut donc à volonté expulser l'air du récipient B, sans interrompre le travail de la chaudière évaporatoire, et lorsque celle-ci doit être déchargée, on ferme les robinets *m m'*, et l'on ouvre le robinet *n*; en même temps, pour établir un équilibre de tension dans la chaudière et le cylindre, on ouvre le robinet adapté sur un tube de communication entre ces deux vases. C'est

ainsi qu'on décharge la chaudière sans laisser l'air s'introduire dans tout l'appareil. Il en résulte qu'aussitôt qu'elle est déchargée, on peut aspirer une nouvelle charge, et les opérations se succèdent ainsi rapidement.

L'appareil Degrand convient aux fabriques de sucre de betteraves. Les deux systèmes de tuyaux condensateurs-évaporateurs étant accessibles de tous les côtés, le fabricant peut conduire à son gré la première concentration du jus. Monté depuis peu dans quelques fabriques, entre autres celle de Melun, l'appareil Degrand y produisit des résultats remarquables.

Le *procédé d'Howard* exige un appareil composé de trois pièces principales : 1° une chaudière d'évaporation chauffée par la vapeur ; 2° un réfrigérant ; 3° une pompe à faire le vide. Il est fondé sur les mêmes principes que l'appareil de Roth, Cayvet et Degrand ; il est plus dispendieux de premier établissement que ceux-ci, qui par conséquent sont généralement préférés.

Les *purgeries* aux colonies sont de deux sortes, suivant l'espèce de sucre qui doit y être préparé. Celle à *moscouade* ou *sucre brut* est un bâtiment de 25 mètres de long sur 7 de large, et divisé en deux parties : l'une creusée dans le sol, de 2 mètres au moins, est partagée en plusieurs bassins que l'on nomme *bassins à mélasse*, et l'autre est construite au-dessus de la première, et est appelée *plancher* ; celui-ci est à claire-voie et se trouve au niveau du

sol. Les bassins sont cimentés avec soin, et ont ordinairement une partie de leur fond un peu plus creuse que l'autre, pour favoriser le puisage des mélasses. Des barriques ouvertes par le dessus et reposant sur leur fond, qui est percé de quelques trous, reçoivent les sucres à égoutter, quand toutefois on a placé dans ces trous des cannes à sucre qui se prolongent jusqu'au-dessus du tonneau. On laisse le sucre s'égoutter pendant près de trois semaines; après on remet un fond à la barrique, et le sucre peut être expédié. On ferme avec des chevilles les trous pratiqués dans le fond de la barrique.

La purgerie dans laquelle on prépare le sucre terré ou claircé, demande des dimensions beaucoup plus grandes, et doit être divisée en divers compartimens par des traverses en bois. Ces compartimens portent le nom de *cabanes* et reçoivent les formes pleines de sucre à égoutter; on les y place sur des pots de forme particulière, après avoir enlevé la cheville qui s'opposait à l'écoulement du sirop.

Il serait plus avantageux de placer ces formes sur des gouttières qui conduiraient les sirops dans un bassin unique, où l'on pourrait les reprendre pour leur faire subir une nouvelle cuite.

Quand la partie liquide du sucre s'est écoulée, on porte les formes sur d'autres pots, et l'on procède au *terrage* et au *clairçage*. Ces deux opérations seront décrites à l'article RAFFINAGE.

On construit quelquefois à l'une des extrémités de la purgerie, un fourneau en maçonnerie, sur lequel sont établies deux chaudières destinées à faire cuire et raffiner les sirops égouttés des formes.

Le sirop incristallisable, appelé *mélasse*, et qui est produit par l'égouttage des sucres, sert à préparer le rhum, ainsi qu'un alcool à 33 ou 36°. On peut aussi l'employer à la nourriture du bétail, en y mêlant de la paille hachée, ou de la bagasse coupée en très petits morceaux.

VINGT-UNIÈME ET VINGT-DEUXIÈME LEÇONS.

EXTRACTION DU SUCRE DE BETTERAVES.

Culture des betteraves. — (*Variétés, influence du sol, des engrais, des stimulans; semis, repiquage, binage, sarclage, arrachage.*) — Conservation. (*Caves, celliers, silos, dessiccation.*) — Composition physiologique et chimique. — Lavage. — Râpage. — Pressurage de la pulpe. — Lévigation (*lévigateur Pelletan*). — Macération (*procédé de M. Mathieu de Dombasle*). — Défécation (*Chaudière à déféquer*). — Filtration (*filtres Dumont*).

Les *betteraves cultivées* ne sont que des sous-variétés de la betterave (*beta ravia*), qui est une variété de la betterave commune (*beta vulgaris*), laquelle est elle-même une espèce de bette (*beta*), genre de la famille des chénopodées. Juss.

Dire que la betterave est une chénopodée ou *atriplicée*, c'est déjà avertir que cette plante est avide des sels que renferme le sol, et que, si pour bien se développer elle exige des terrains salés, il faut néanmoins les éviter lorqu'on la destine à la *fabrication du sucre*. Nous reviendrons plus loin sur ces considérations (1).

(1) C'est en effet à la famille des chénopodées qu'appar-

Le choix de la variété de betteraves à cultiver, lorsque la pulpe doit servir à l'extraction du sucre, est très important; car M. Payen a reconnu que ce principe est contenu, selon les différentes variétés, dans les proportions qui varient entre 0,05 et 0,09, et par cela seul qu'on aura adopté une variété de préférence à une autre, on pourra, lors de la fabrication d'une quantité égale de betteraves, obtenir plus de jus; d'une quantité égale de jus, plus de sirop; d'une quantité égale de sirop, plus de sucre; enfin, d'une quantité égale de sucre, un plus grand prix.

1° La betterave longue rose ou au palatinat, dite racine de disette, racine d'abondance, betterave champêtre, turlips dans quelques départemens de l'Est (*beta silvestris*); en anglais, *field-beet*; en allemand, *mangold-wurzel*; en italien, *biettola*, est la variété la plus connue, avec les

tient le genre SOUDE (soda), à espèces précieuses, qui, brûlées, fournissent la soude. Presque tous les végétaux de cette famille se plaisent dans les terrains salés.

Les racines des plantes se comportent envers les substances solubles déposées dans la terre, comme une éponge qui s'imbibe de tous les liquides qu'elle rencontre. Les matières qui sont ainsi introduites dans l'organisme végétal y demeurent en quantité plus ou moins grande, et sont rejetées au dehors, suivant qu'elles sont ou non susceptibles d'être assimilées; dans les chénopodées, les matières salines entraînées par l'eau que pompent les racines, ne sont pas rejetées au dehors, elles contribuent au contraire à leur accroissement.

Des fabricans ont appris, à leurs dépens, sur les côtes de la Toscane, que la betterave est *salicaps;* en trois ans cette

betteraves panachées et *rouges*, qui parviennent au plus fort volume, mais sont aussi celles qui renferment le moins de sucre (1).

2° La *betterave blanche, de Silésie* (*beta alba*), est l'espèce qui fournit le plus de jus et le plus de sucre. Dans nos contrées, elle dégénère un peu, sa chair passe au rose ou est formée de zônes blanches et roses; c'est celle qui résiste le mieux aux gelées et aux sécheresses; son tissu plus serré la rend, lors de la récolte, moins susceptible aux chocs qui, désagrégeant les cellules dont ces racines sont fournies, y déterminent un commencement de *fermentation*. C'est l'espèce qui se *déchausse* le moins, c'est-à-dire qui sort le moins du sol; c'est là une considération qui n'est pas sans importance; car la partie de la racine qui se trouve ainsi exposée à l'action de la lumière et des intempéries de l'atmosphère, renferme beaucoup moins de sucre que celle qui s'enfonce dans le sol, et

plante successivement cultivée dans le même sol très salé, le dessale complètement. La récolte ne peut servir à la fabrication du sucre, elle est très convenable pour la nourriture des bestiaux.

(1) Ces espèces donnent beaucoup de produit en feuilles et en racines, c'est ce qui les fait destiner aux bestiaux; mais c'est une erreur de croire qu'elles sont préférables à la betterave blanche de Silésie pour cet usage; les betteraves sucrées se conservent mieux, sont plus nutritives, d'une culture plus facile. A Grignon, nous avons vu que cette dernière leur était préférée, et nous avons reconnu que 5 parties de la betterave disette ne contiennent pas plus de substance nutritive pour les animaux que 3 de la blanche.

contient beaucoup de principes salés; sa composition chimique et physique se rapproche beaucoup de celle des pétioles et des feuilles.

3° La *betterave de Castelnaudary* ou *betterave jaune* (*beta lutea major*) est fusiforme et demande un sol assez profond; cette variété convient mieux aux contrées méridionales de la France, c'est, après la betterave de Silésie, celle qui contient le plus de sucre.

4° La *betterave jaune-blanche* (à peau jaune et à chair blanche) a été trouvée, par M. de Dombasle, la plus riche en sucre après la blanche, mais elle est très peu répandue et donne peu de jus.

Presque tous les terrains conviennent à la culture des betteraves, mais avec plus ou moins d'avantages; elles préfèrent les sols légers, meubles, profonds, riches en humus, tels que les terrains d'alluvion; dans les sols sablonneux, elles n'arrivent pas aux dimensions considérables de 10 à 20 livres, qu'elles atteignent dans les terrains très nutritifs, mais les racines de 1 à 2 livres y contiennent plus de matière saccharine (1).

(1) Chaptal, qui a tant contribué à la propagation de cette industrie par ses ouvrages et ses exemples, a toujours préféré les racines d'une à deux livres, plus abondantes en sucre, et qui permettent de l'extraire à moins de frais, quoique l'hectare n'en fournisse alors que 20 à 30 milliers de kilos, plutôt que ces énormes racines qui contiennent beaucoup d'eau, et qui peuvent produire une masse de 100 milliers de kilos de betteraves par hectare.

Les sols les moins favorables à la culture de cette plante sont les terres argileuses et tenaces, dans lesquelles les variétés, dont les racines sortent de terre, sont préférables, ainsi que dans les sols peu profonds, parce que leur croissance y est moins gênée et l'arrachage moins difficile. Les terrains très calcaires ne conviennent pas non plus. On peut dire, en général, que la plupart des terres à froment qui ne sont pas trop argileuses, et la plupart des terres à seigle qui ne sont pas trop crayeuses ni trop maigres, peuvent avantageusement être cultivées en betteraves.

La culture des betteraves subit des modifications suivant les climats; les irrigations ne sont pas convenables partout. Dans quelques localités elles sont indispensables; dans tous les cas elles ne doivent pas être submergées. En Lombardie, où l'on a recours aux irrigations, il est quelquefois arrivé de voir des champs de betteraves submergés seulement pendant un jour, être détruits en presque totalité; afin d'éviter ces graves accidens, on fera, dans les terres qui nécessitent des irrigations (comme dans les terres *naturellement humides*), à l'aide d'un battoir, des sillons espacés de 0m,70 environ, et c'est sur la crête de ces sillons qu'on *place les graines* ou qu'on *repique* les jeunes plantes (1).

(1) M. Aug. de Gasparin a reconnu, par une longue expérience, que la betterave est la seule racine à laquelle on

La betterave demande un sol abondant en principes nutritifs ; il convient donc de *fumer* à l'automne ou du moins avant janvier. Tous les engrais ne conviennent pas à sa culture, on doit éviter ceux qui contiennent des sels, pour la raison que nous avons indiquée plus haut; à ce titre, on devra éviter l'emploi des *gadoues* ou boues des villes; lorsqu'on a employé beaucoup de fumiers de bœufs ou de chevaux, le jus des betteraves renferme de la potasse et de l'ammoniaque combinées qui deviennent libres et jouent dans la fabrication un rôle nuisible. Les engrais les moins énergiques, le *noir animalisé* à petites doses, les marcs et résidus de la fabrication (*noir de raffinerie*, par le procédé Bouchet, voy. 24e leçon (1)).

puisse, en Provence, s'adresser avec confiance pour remplacer les prairies artificielles, dont l'insuffisance et la casualité sont trop certaines sous ce climat ardent. Le sol est toujours défoncé à deux traits de charrue, bien ameublé et préparé à recevoir la semence par un grand rouleau cannelé qu'on promène sur le sol fraîchement labouré, et qui y dessine des ados, sur le sommet desquels on place la graine; cette graine est mise en place à la cheville, et pour obvier à l'inconvénient qui résulte des pluies battantes et des vents violens qui durcissent le sol au point de rendre presque impossible la sortie des graines hors de terre, on les recouvre avec de la silice pure; les plantes ne sont espacées que de 0m,30, ce qui en donne environ 90,000 à l'hectare, et peut porter le produit, avec une moyenne de deux livres par racine, à 1800 quintaux. (C. Bailly de Merlieux.)

(1) Dans cette fabrique, où l'on obtient du sucre de betteraves de premier jet, *livrable à la consommation*, on clarifie le jus avec du noir animal fin et du sang de bœuf qui le coa-

Les récoltes enfouies en vert, sont donc particulièrement convenables. Dans le pays d'Altem-

gule ; ce mélange, recueilli dans les filtres Taylor (voyez *raffinerie*), est tout-à-fait analogue au *noir de raffinerie*. C'est un engrais qui doit entrer en ligne de compte dans les frais et produits de cet établissement perfectionné.

Frais de culture d'un hectare de betteraves, semées en place, d'après M. de Dombasle.

Loyer de la terre		60 »
Frais généraux de la ferme, comprenant intérêt du capital d'exploitation, entretien des instrumens, dépenses de ménage, etc., évaluées par hect. à		60 »
Deux labours à 15 fr.		30 »
Deux hersages à 3 fr.		6 »
Fumier : vingt-cinq voitures de 6 à 700 kilos, à 5 fr. font 125 fr., dont moitié à la charge de la récolte de betteraves		62 50
Semence, 5 kilos à 2 francs		10 »
Rayonnage et semaille au semoir		3 »
Premier sarclage à la main : 30 journées de femme à 75 centimes		22 50
Deuxième sarclage et éclaircissement de plants, 20 journées de femme		15 »
Arrachage, décolletage et nettoyage des racines, savoir : une journée de 3 trois chevaux, à 2 fr. par tête	6 »	34 25
Deux hommes pour la charrue à arracher.	4 »	
Trente-cinq journées de femme pour le nettoyage	24 25	
Transport des racines à la ferme, 3 voitures à 1 cheval, employées pendant une journée, pour la conduite de 20,000 kilos		9 »
Chargement, déchargement et emmagasinage des racines, 8 journées d'homme à 1 fr.		8 »
		34 25

Produits : Dans un sol ou le froment donne en moyenne

bourg (Saxe), d'après M. Moll, lès cultivateurs ne craignent pas, en sus de la fumure ordinaire, d'arroser plusieurs fois avec du purin leurs betteraves, depuis l'instant du repiquage jusqu'à celui de la récolte; on le répand après la pluie et par divers moyens appropriés. Au surplus, lorsqu'on adopte le mode de culture par repiquage, il est essentiel que le sol de la pépinière soit fumé plus fortement, afin qu'il produise du plant assez gros pour assurer la reprise.

On doit réserver pour *porte-graine* (la betterave est bisannuelle), les betteraves à chair blanche, d'une moyenne grosseur et bien vivaces, afin d'éviter autant que possible la dégénérescence. Chaque pied de betterave peut fournir depuis 5 jusqu'à 10 onces de semence; la graine conserve sa faculté germinative pendant 4 à 5 années. L'époque la plus convenable pour le *semis* de la betterave, est celle où la terre, déjà échauffée par le soleil, et parfaitement meuble, renferme encore assez d'humidité pour favoriser la germination et hâter le développement de la plante, et où les gelées printanières seront peu à craindre quand les premières feuilles sortiront de terre.

15 hectolitres par hectare, on doit obtenir un produit moyen de 20,000 kilos de betteraves, ce qui en établit le prix à 16 fr. 21 c. les 100 kilos. Dans les terrains assez fertiles pour rendre en moyenne 22 hectolitres de froment, on obtiendra, avec peu de frais supplémentaires, un produit de 50,000 kilos.

La graine de betterave étant assez long-temps à germer, pour en hâter la levée, certains cultivateurs la mettent tremper pendant plusieurs jours dans de l'eau ou du purin ; on obtient ainsi une avance importante, mais on risque quelquefois, si la saison est défavorable, de perdre la semaille. Le semis a lieu *à la volée* (10 à 12 kilog. de graine par hectare) ; *en rayons* ou *en lignes*, ce qui exige 5 à 6 kilog. de graine. Dans la petite culture, où tous les binages devront avoir lieu à la main, 18 pouces entre les lignes, et même de 12 à 15 dans les terres maigres, suffisent, et on peut mettre les 3 ou 4 graines par touffe, à chaque longueur de 9 à 15 pouces, ce qui offre l'avantage de garnir le champ d'une manière plus égale. On sème *en pépinières*, pour *repiquer* lorsque le plant est parvenu à une certaine grosseur, manière qui est avantageuse lorsqu'on veut hâter le développement des betteraves, ou lorsqu'on doit les placer dans un sol humide, froid, ou dans des terres très sales, mais qui impose une transplantation longue, dispendieuse, et qui, en faisant presque toujours perdre aux racines leur pivot, les empêche de s'allonger, et leur fait produire une multitude de radicules nuisibles à leur valeur ; il arrive aussi très souvent que, par le repiquage, les racines se bifurquent et emprisonnent des cailloux qu'elles rencontrent dans le sol ; il en résulte un inconvénient qui peut avoir des suites très graves, si l'on n'a pas le soin de séparer, lors de la fabrication, ces

bifurcations. Des râpes ont été brisées par des cailloux qu'on n'avait pas eu la précaution d'extraire, ou qui avaient échappé au triage.

Le *repiquage* a lieu du 15 mai au 15 juin, lorsque le plant a environ la grosseur du petit doigt. On profite autant que possible d'un temps pluvieux. Lorsqu'on le peut, l'arrosage avec de l'eau ou avec du purin est très avantageux. Il est encore bon de mettre dans chaque trou; destiné à être rempli par une betterave, une pincée de noir animalisé; cela produit les meilleurs effets (1). Le repiquage s'exécute au plantoir et à la charrue.

La méthode du semis en pépinière avec repiquage est peu usitée en France et dans les grandes cultures de la Flandre; elle est, au contraire, adoptée dans presque toutes les contrées de l'Allemagne, où la betterave est cultivée en grand; et M. de Dombasle la recommande hautement. « Ses partisans et ses détracteurs appuient leur sentiment par de très bonnes raisons, qu'il faut abandonner au jugement souverain de la pratique. » (Bailly de Merlieux.)

Les *binages* et *sarclages* fréquens sont la garantie de la prospérité des racines, comme de

(1) Cet engrais, qui convient parfaitement à la culture des betteraves, et qui a été employé pour la première fois par M. Payen, dans ses propriétés et dans celle d'une sucrerie qu'il dirigeait, a toujours fourni les résultats les plus heureux. Le *noir animalisé* prend sa place, dans la fabrication du sucre de betteraves, à côté du noir animal, de la

l'heureux résultat des cultures sarclées par le nettoiement et la préparation du sol. Ils sont de première nécessité pour la betterave, et c'est particulièrement sous ce rapport qu'il y a un avantage immense à les cultiver en rayons, l'économie dans les frais de main-d'œuvre s'élevant à plus de moitié (1).

Le *premier sarclage* a toujours lieu à la main; on se sert de la *serfouette ;* pour le second, qui se donne quinze jours ou trois semaines plus tard, on peut encore employer le *sarcloir* ou la *houe à cheval*, mais on est toujours obligé de biner à la main dans les lignes. On doit avoir soin de ne commencer les binages qu'après que ta terre est suffisamment ressuyée, sans cependant être devenue sèche ou durcie.

L'*éclaircissage des plants* s'exécute lors du premier ou du deuxième arrachage. Cet arrachage est une opération indispensable, assez délicate quand plusieurs plantes se touchent, et qui demande à être faite avec attention, en appuyant au pied de celles qu'on veut conserver, et tirant les autres sur le côté en les inclinant. Il doit

chaux, etc. Nous sommes en mesure de donner sur la préparation et l'emploi de cet engrais tous les renseignemens désirables, ainsi que sur la *revivification du noir animal*, son dosage, etc., etc.

(1) « Aucune plante, dit M. de Dombasle, ne souffre autant que la betterave du retard ou de la négligence apportée dans ce premier sarclage ou dans ceux qui doivent le suivre. »

aisser les plants dans les lignes à 8 ou 10 pouces, et même à 5 ou 6, si l'on veut obtenir des racines moyennes. On ne saurait trop répéter que la belle venue des racines, qui est assurée par de nombreux remuemens de la terre, démontre qu'il n'y pas de plus fausse économie que celle qui porte sur les travaux d'entretien et de propreté qui viennent de nous occuper.

Plusieurs considérations tendent à faire retarder le plus possible la *récolte* ou *l'arrachage* des betteraves, comme plusieurs aussi tendent à l'avancer. Quelques agronomes pensent que la betterave gagne constamment en terre jusque dans la saison la plus avancée, aussi bien en grosseur que le is en densité; mais il faut se livrer le plus tôt possible à la fabrication, si l'on ne veut éprouver des pertes réelles dans le rendement (1), de sorte que l'on commence l'arrachage de la mi-septembre à la fin d'octobre, afin de commencer le travail en septembre. L'arrachage des betteraves est exécuté par des hommes et souvent par des femmes à l'aide du louchet et du trident pour celles qui ne sortent point de terre et dans les terres fortes; il suffit souvent dans les terres légères, et presque

(1) On obtient toujours une quantité de sucre sensiblement plus grande dans les premiers mois de la campagne que vers la fin. La fermentation dans les silos, l'influence de la saison, sont des causes trop évidentes pour que nous ayons besoin d'y insister davantage.

toujours pour les racines qui croissent hors de terre, de les tirer par le bas des feuilles, ce qui est préférable, car il faut éviter tout ce qui peut entamer et contusionner les racines; autant que possible, l'arrachage doit se faire par un temps sec, afin que la terre qui adhère aux racines, s'en détache facilement. Le *décolletage* suit immédiatement l'arrachage; il consiste à couper le collet de la racine, soit d'un seul coup de louchet frappé avec netteté, et après avoir couché les racines sur la terre, soit en prenant la betterave à la main et par des coupures successives avec un couteau ou une serpe. Dans cette opération, on enlève aussi l'extrémité des racines et l'excès de terre adhérente: il faut veiller à ce que les ouvriers ne les frappent pas pour cela l'une contre l'autre, comme on le fait habituellement, et, en général, ne les heurtent pas rudement, parce qu'il en résulte des contusions qui déterminent la pourriture des racines dans les tas.

Les betteraves arrachées et décolletées sont mises sur le champ en petits monts, qui permettent aux voitures de chargement de le parcourir sans écraser les racines; on les charge alors pour les conduire aux lieux de conservation ou directement à la fabrique. Lorsqu'on laisse sur le sol les feuilles et les collets, ces matières peuvent équivaloir à un quart de fumure, pourvu qu'on les enterre immédiatement.

Il faut mettre la betterave arrachée à l'abri des

influences qui peuvent trop activer *sa germination*, la geler, *l'échauffer*, etc., etc. (1).

Nous laisserons parler M. de Dombasle sur les divers modes de *conservation* : « On transporte les racines dans un cellier ou dans une cave sèche, ou dans des silos que l'on construit à cet effet. On fera bien de ne loger dans les caves ou celliers que la quantité qui doit être consommée jusqu'à la fin des fortes gelées, car les racines se conservent beaucoup mieux en silos. Ces derniers se font en creusant, dans un sol à l'abri de l'humidité, un fossé d'un pied de profondeur environ, ou de quelques pouces seulement, si le local n'est pas bien sec. Ces fosses peuvent être rondes, en leur donnant quatre pieds ou quatre pieds et demi de diamètre. On peut aussi faire les fossés en carré long, en leur donnant pour largeur les dimensions que je viens d'indiquer pour le diamètre des fosses rondes.

« On emplit les fosses de racines, on les amon-

(1) Suivant MM. Baudrimont et Grarr, la betterave étant une plante bisannuelle, doit continuer de végéter dans les fosses, et l'on ne doit pas s'inquiéter des jeunes feuilles qu'elle produit quelquefois, quoiqu'il y passe une petite partie de sucre, parce que si elle ne poussait pas du tout, ce serait un signe évident de la mort du végétal, et il s'ensuivrait promptement une altération dans les principes immédiats, ou une espèce de fermentation d'abord acide, puis visqueuse, puis enfin putride, d'où il résulterait, avec plus ou moins de célérité, selon les causes agissantes, la décomposition et la pourriture.

celle au-dessus de la surface du terrain, en formant un cône élevé pour les fosses rondes, et en imitant une toiture à deux pans pour les fosses longues ; il faut néanmoins que la terre dont on doit les couvrir puisse se soutenir sans glisser le long des côtés et sans être entraînée par des pluies.

« Lorsque les tas ou monceaux sont ainsi formés, en rangeant avec soin les racines, surtout vers le sommet, on répand sur le tout une légère couche de paille bien sèche, et l'on jette à la pelle sur cette paille la terre que l'on a tirée de la fosse, ainsi que la nouvelle terre que l'on obtient en creusant une fosse à un ou deux pieds de distance de la fosse. Il est toujours utile de creuser ce fossé, quand même on n'aurait pas besoin de la terre pour couvrir les silos, et on doit lui donner un peu plus de profondeur qu'à la fosse elle-même, parce qu'on est assuré, de cette manière, qu'il ne pourra jamais séjourner d'eau dans le fond du silo. Un pied d'épaisseur de terre suffira.

« Si les racines étaient bien ressuyées, au moment où elles étaient entassées, on pourra fermer immédiatement le silo ; mais, pour peu qu'elles fussent encore humides, on devra ménager, au sommet de chaque silo rond, ou de toise en toise sur la longueur des autres, des soupiraux, que l'on forme en dressant immédiatement sur les racines deux tuiles creuses, réunies par les bords, et

qui figurent une cheminée ronde par où l'humidité peut s'évaporer. Aussitôt que les gelées deviennent un peu plus fortes, on bouche les cheminées en les remplissant de paille fortement tassée. Lorsque le silo est couvert d'une épaisseur de terre suffisante, on bat fortement la surface de cette terre avec le dos d'une pelle de bois, afin que l'eau des pluies coule sur les plans inclinés sans qu'il ne s'en infiltre aucune partie dans le silo. Les racines, ainsi placées, se conserveront bien jusque fort avant dans le printemps.

« Avant les fortes gelées, on doit visiter les silos dans lesquels on a logé les racines. On creuse, sur différens points du silo, des ouvertures dans la terre qui recouvre les racines, afin de reconnaître si celles-ci sont sèches et exemptes de pourriture. S'il n'en était pas ainsi, il serait urgent de démonter le silo, de trier exactement les racines saines, et d'en faire un nouveau silo, ou de les loger de toute autre manière. Lorsqu'on s'est assuré qu'elles sont saines, on rebouche soigneusement les ouvertures, et l'on tasse la terre avec une pelle. Si l'on reconnaissait, à l'extérieur, de l'affaissement dans la terre qui recouvre un silo, on pourrait être assuré qu'il y a putréfaction à cette place dans les racines, et il ne faudrait pas perdre de temps pour en arrêter la propagation. »

La betterave a peu d'ennemis, et n'est exposée qu'à un petit nombre de maladies. Le ver blanc est un des plus dangereux. On en doit, par la

même raison, écraser avec grand soin toutes les larves que les labours ou les façons d'entretien font découvrir. Nous conseillons de mêler aux engrais destinés à la culture des betteraves, une petite quantité d'*huile animale* des distillations d'os, ou d'huile vive de bitume, pour éloigner ou détruire les vers blancs. Un autre insecte très petit cause de nombreux dommages dans les champs de betteraves, en attaquant celle-ci lorsqu'elle n'a encore développé que cinq à six feuilles. Nous pensons que l'emploi des agens indiqués pour la destruction des hannetons réussirait encore bien.

Lorsque les betteraves sortent de terre, elles sont souvent entamées par les lapins, les lièvres, et même les mulots. Dans quelques localités les dégâts causés par ces animaux sont assez considérables; à Grignon, notamment, nous avons été témoins de ce fait.

La maladie la plus commune de la betterave est celle connue sous le nom de *pied chaud*. Rien n'indique cette maladie au dehors que la cessation absolue de la croissance. Les feuilles ne souffrent point; mais, si l'on arrache la racine, on la trouve en partie brunâtre et desséchée.

La maladie est souvent mortelle, et on ne lui connaît pas de remède. Quand la plante se guérit, ce qui arrive quelquefois, on le doit ordinairement à quelques jours de chaleur ou de pluie douce. Une autre maladie atteint aussi quelquefois les betteraves, elle consiste en une espèce d'ulcère

placé près du collet, et assez profond. La plante ne périt pas, mais sa racine donne à la fabrication de mauvais produits, obtenus difficilement.

Il arrive quelquefois qu'au milieu d'un champ de betteraves, quelques unes montent tout-à-coup en graines, bien qu'elles n'aient pas plus que les autres l'âge voulu pour monter en graines, puisque nous savons la betterave bisannuelle; il faut attribuer cette anomalie à quelques vieilles graines, ou à des circonstances dues à certaines parties de terrain qui en favorisent plus particulièrement la végétation.

La conformation physique de la betterave présente, à l'examen, les circonstances suivantes : le centre est formé d'un cordon de fibres dures, longitudinales, formant un double faisceau de vaisseaux séveux, contournés en hélice, auquel viennent se rattacher les fibres ou vaisseaux de toutes les radicules. Le faisceau reçoit des fibres ou canaux divergens; il est enveloppé d'une couche épaisse fusiforme, d'une substance charnue ou tissu cellulaire, composé d'une multitude d'utricules arrondies, remplies de suc coagulé par l'acide pectique; à cette couche succèdent alternativement une enveloppe de vaisseaux fibreux et une couche excentrique charnue, au nombre de quatre des premiers, dont deux contournés en hélice, et trois des secondes; viennent ensuite trois enveloppes fibreuses de plus en plus colorées, et enfin la dernière très mince, de couleur grisâtre, sur

toutes les betteraves, et qui forme leur épiderme. Les betteraves offrent, près de leur sommité, une sorte d'alvéole demi-transparente, qui diffère de texture, avec le reste de la racine, par l'absence totale de vaisseaux fibreux et de grosses fibres, et dont la composition chimique est différente; surtout par le manque total de sucre, et par une plus forte proportion de nitrate et d'hydrochlorate de potasse, d'ammoniaque et de substance aromatique; elle se rapproche, par cette composition, des pétioles des feuilles à leur origine, qui, cependant, présentent une portion d'albumine beaucoup plus considérable, une plus grande quantité de sels à base de potasse, et une moindre quantité de substance aromatique. Voilà le tableau de la composition chimique de la betterave blanche à sucre :

Eau (1)	88 / 82	84,0
Sucre cristallisable	8 / 12	10,0
Cellulose		2,0
Albumine et matière azotée		1,5
Pectine, acide malique, matières colorante, aromatique, grasses, huile essentielle âcre, chlorophylle, asparamide (2), oxalate de chaux, phosphates de		
		97,5

(1) Ce nombre 88 indique la plus grande quantité d'eau trouvée et 82 la moindre, ce qui donne 84,0 pour la moyenne, 8 le moins de sucre, 12 le plus, moyenne 10,0.

(2) L'asparamide est une substance végétale particulière, dont la découverte est due à MM. Vauquelin et Robiquet.

Report....	97,5
chaux et de magnésie, malate et phosphate d'ammoniaque, sulfate, azotate et oxalate de potasse, chlorure de potassium et de sodium, soufre, silice, oxide de fer....................................	2,5
	100,0

Dans ce tableau on voit que la betterave renferme très peu de matière solide ; elle est presque entièrement formée d'eau pour ainsi dire solidifiée par les cellules qui la retiennent. Bien que l'analyse ait indiqué que la betterave contient 10 à 12.0/0 de sucre cristallisable, les fabricans ne peuvent cependant compter sur ce rendement ; car on n'arrache pas les racines à la meilleure époque, on ne les traite pas de suite, et surtout on manque de procédés assez perfectionnés pour ne rien perdre. Existe-t-il du sucre incristallisable dans la betterave ? Non, mais il s'en forme toujours pendant l'extraction, de sorte qu'il faut que l'industriel compte toujours sur sa présence aux dépens du sucre cristallisable. Bien que l'on ne trouve dans la betterave que 2 0/0 de matière

Cette substance est solide, incolore, inodore, d'une saveur très faible. Trouvée d'abord dans l'asperge, elle a été rencontrée depuis dans les racines de guimauve, de réglisse, de grande consoude, dans la pomme de terre, et, dans ces derniers temps, par M. J. Rossignon, dans la betterave. Elle s'y trouve dans la proportion de 2 à 3 millièmes seulement dans la *blanche*, et jusqu'à cinq millièmes dans la *disette*.

La composition de l'asparamide peut être représentée par la formule $C\,Az^2\,H^6\,O^3 \times H^2\,O$.

solide, nos procédés d'extraction sont encore trop imparfaits pour n'obtenir qu'un résidu aussi faible. On obtient moyennement 66 parties de jus et 34 de pulpe ; or, ces 34 parties de pulpe représentent 30,5 parties de jus et 3,5 de tissu, tandis que, pour extraire tout, on devrait avoir 96,5 de suc trouble et 3,5 de tissu et matière indissoute.

Les silos doivent se trouver le plus près possible de l'exploitation. La première opération que l'on fait subir aux racines est le lavage.

Lavage. — Le lavage des betteraves se fait dans un laveur, dont les figures 39 et 40 offrent l'élévation de face et de profil, la figure 41 la coupe longitudinale, et la figure 42 la coupe transversale.

Ce laveur se compose d'un grand cylindre creux en bois A, dont les douves sont écartées de 12 à 15 lignes à l'extérieur, et de 5 à 6 vers l'intérieur. Ce cylindre tourne sur son axe en fer, en plongeant, à sa partie inférieure, dans une caisse en bois B, remplie d'eau. Cette caisse doit être en bois de chêne, et présenter une grande solidité ; elle repose sur des cales qui, par la différence entre leur hauteur, règlent la pente que l'on veut donner à l'appareil. Elle doit avoir une profondeur telle, que la terre détachée des racines puisse s'y ramasser sans venir toucher le cylindre. Dans la partie inférieure de cette caisse, et du côté de la pente, doit se trouver un trou d'homme qui permette d'y entrer pour faire évacuer chaque

jour toute la vase qui s'y est accumulée. CC, petites empoises en fonte, boulonnées sur les traverses,

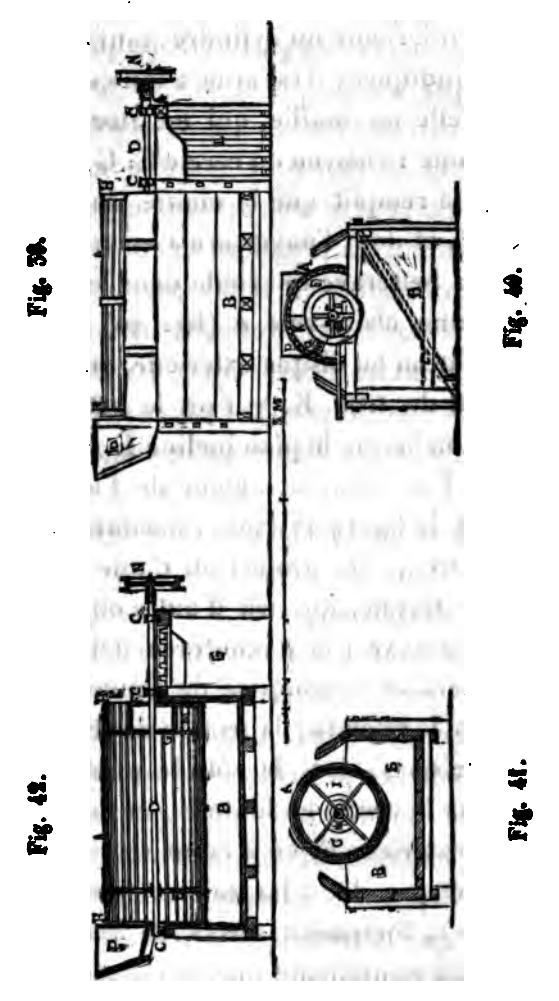


Fig. 39. Fig. 40. Fig. 42. Fig. 41.

qui forment le bâti de la caisse ; elles sont garnies de coussinets en cuivre, dans lesquels tourne l'arbre en fer D, qui traverse le cylindre A.

E, cercle en fonte, soutenu par 4 rayons plats, partant d'un moyeu alésé, calé sur l'arbre D. F, disque ou plateau en bois, formant entièrement l'extrémité inférieure du cylindre, sauf l'ouverture K, ci après indiquée; il est armé à son centre d'une large rondelle ou douille, qui est aussi calée sur l'arbre comme le moyeu du cercle E. G, deuxième fond, qui ne remplit que la moitié de la surface du cercle F, et dont l'ouverture J est toujours accessible à la betterave qui roule dans le cylindre, tandis qu'une claire-voie *a* (fig. 40) la ramène contre le plateau ou disque extérieur, qui est percé en ce point du trou K, par où la betterave s'échappe et tombe sur le plan incliné L. Les cercles M M, que l'on aperçoit autour de l'axe du cylindre dans la figure 42, sont, comme on le voit dans la figure 41, la projection d'une espèce de tambour ou noyau, qui n'a d'autre objet que de porter la betterave à la circonférence du cylindre creux A. Celui-ci se compose de douvettes ou de liteaux en bois refendu; la section de ceux-ci présente des prismes, dont le côté le plus large est appliqué sur le cercle en fonte E, et sur le disque ou plateau extérieur F, où ils sont vissés d'abord, et consolidés par deux larges cercles en fer H H (fig. 39, 41), fortement serrés et bien ajustés. L'ouverture longitudinale que ces liteaux laissent entre eux, n'est que de quatre lignes à l'intérieur du cylindre, tandis qu'elle doit être d'un pouce à l'extérieur.

Le mouvement est ordinairement donné, à ce laveur, par une courroie qui enveloppe la poulie N ; celle-ci doit être en fonte, afin de ne point se gauchir. Cette poulie tourne, à frottement doux, sur l'arbre du cylindre, et ne l'entraîne, dans son mouvement de rotation, que quand on la fait avancer vers un embrayage qui est fixé sur ledit arbre par deux clefs. P est la trémie qui reçoit les betteraves. On voit qu'elle est construite de manière à ne pas les arrêter sur son fond ; disposition utile que n'offrent pas ceux des laveurs dont la manœuvre est souvent arrêtée par l'engorgement de la trémie.

Lorsque le cylindre fait 12 à 15 tours par minute, il peut alimenter la râpe la mieux servie. Bien construit, il nécessite peu de puissance mécanique et consomme peu d'eau (1).

Les betteraves, telles qu'elles arrivent des champs, sont jetées dans la trémie P, à l'un des bouts du cylindre laveur ; elles s'avancent, en frottant les unes sur les autres, au milieu de l'eau,

(1) Il convient généralement, dans une fabrique de sucre de betteraves, de se servir de *bœufs* ou de *vaches* pour imprimer la puissance mécanique au laveur, aux râpes, aux presses, aux pompes, aux tire-sacs, etc. ; car ces animaux, nourris en grande partie avec le marc pressé de la pulpe, rendent, soit en accroissement de chair musculaire, soit en produit de lait, une valeur qui représente celle de ces résidus et les utilise ainsi. Un manége attelé de dix animaux, ce qui en suppose 24 à l'écurie pour se relayer, suffit pour une usine traitant 5,000,000 kilog. de betteraves.

puis sortent, débarrassées de la terre et des pierrailles, à l'autre bout du cylindre, sur le plan incliné L. On change l'eau seulement lorsqu'elle est devenue très bourbeuse, et même on peut n'enlever que le dépôt et remplir d'eau.

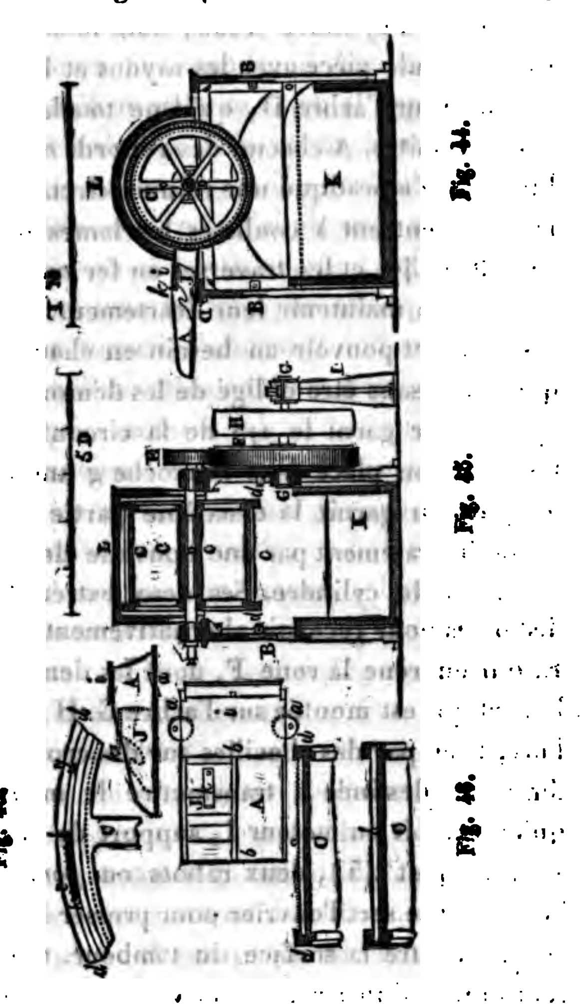
La sommité de la tête, où sont insérées les feuilles (pétioles), qui est plus dure et moins sucrée que le reste de la betterave, doit être réservée pour les bestiaux. Il est assez important d'y joindre la *pointe du cône* formant le bout de la tête, et que l'on tranche également au couteau, parce qu'il renferme une sorte de dépôt d'un suc salé analogue à celui des pétioles.

Il reste toujours, soit dans les épluchures à la main, soit dans le vase du laveur, de petites racines qu'on doit en extraire, par un lavage sur un crible, pour les donner aux animaux ; car, n'offrant que trop peu de prise, les râpes ne les réduiraient pas en pulpe.

Râpage. — Les betteraves, nettoyées comme nous venons de le voir, sont déchirées à la râpe. Plusieurs ustensiles, connus sous le nom de *râpes,* sont destinés à déchirer les utricules ou le tissu cellulaire qui, dans les betteraves, contiennent le suc liquide. Les différens systèmes de râpes, désignées sous les noms des constructeurs, sont ceux de de Pichon, Caillon, de Burette, d'Odobel et de Thierry.

La *râpe de Thierry,* perfectionnée dans son exécution par M. Moulfarine, et qu'on voit en

coupe verticale par devant dans la figure 43, et de côté dans la figure 44, est la plus généralement



employée aujourd'hui. Elle se compose d'une trémie A, posant sur le bâti en fonte B, au moyen de la semelle *a*, qui y est maintenue par deux

boulons ; cette trémie est divisée en deux parties par une cloison *b* (fig. 45) fondue avec elle. C, tambour ou cylindre creux, dont le corps ne fait qu'une seule pièce avec les rayons et le mamelon *c*, ajusté sur l'arbre D, qu'il ne touche que vers ses extrémités. A chacun des rebords *d* de ce cylindre, on a pratiqué une rainure circulaire, dans laquelle entrent à coulisses les lames dentées *e* (fig. 46 et 47) et les traverses en fer ou en bois *l*, destinées à maintenir leur écartement. Pour fixer ces lames et pouvoir au besoin en changer quelques unes sans être obligé de les démonter toutes, après avoir garni le 1/8 de la circonférence du tambour, on place dans l'encoche *g* une des clefs *h*, puis on garnit la deuxième partie, que l'on assujétit également par une nouvelle clef.

D, axe du cylindre. Ses deux extrémités sont disposées pour recevoir alternativement le pignon E, qui engrène la roue F, dont les dents sont en bois et qui est montée sur l'arbre G. H, poulie en bois, fixée par des chevilles sur des croisillons en fonte, et destinée à transmettre le mouvement qu'elle reçoit du moteur I, support de l'arbre G. J (*fig.* 44 et 45), deux rabots ou *poussoirs* en bois, dont se sert l'ouvrier pour presser les racines courtes contre la surface du tambour. Ces rabots sont munis d'un arrêt *k*, qui vient buter contre le plan *i*, pour qu'ils ne touchent pas l'armure dentée du cylindre. K, caisse en bois dont l'intérieur est garni d'une feuille de métal, plomb ou cuivre,

pour recevoir la pulpe extraite de la racine. L, enveloppe circulaire aussi garnie intérieurement en métal, et recouvrant la partie supérieure du tambour.

Comme le râpage exige une grande célérité, le moteur de cette machine doit communiquer au tambour une vitesse de 6 à 900 tours par minute. Un homme est employé à faire marcher, avec les deux mains, les rabots J, pour presser contre l'armure du cylindre les betteraves jetées une à une par deux enfans placés à ses côtés.

Quelques cailloux échappés au nettoyage viennent de temps à autre ébrécher ou casser des dents : il est donc indispensable d'avoir pour chaque râpe des lames de rechange et un ouvrier habitué à les substituer.

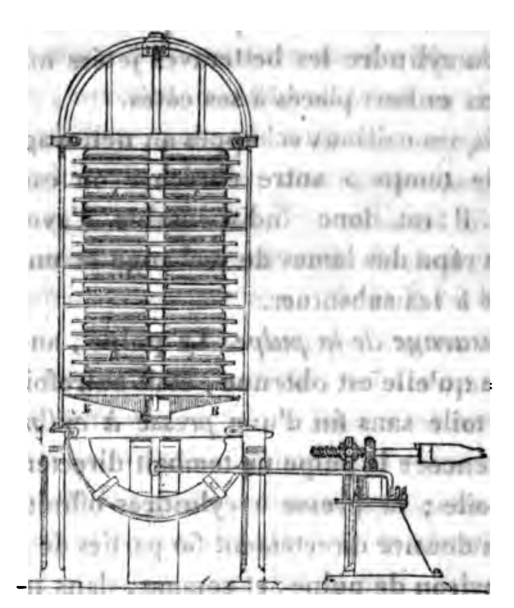
Pressurage de la pulpe. La pulpe, au fur et à mesure qu'elle est obtenue, était autrefois portée sur la toile sans fin d'une *presse à cylindres*, si mieux encore la pulpe ne tombait directement sur cette toile ; la presse à cylindres offrait l'avantage de donner directement 50 parties de jus pour 100 environ de pulpe ; et comme, dans toutes les opérations des fabriques de sucre, la *célérité est une des conditions les plus essentielles pour le succès*, la presse à cylindres a dû être considérée d'abord comme une des machines nécessaires. Mais lorsqu'on eut reconnu que son service n'était pas indispensable, et qu'en soumettant directement la pulpe à l'action d'une presse à vis en fer,

ou à levier, ou à choc, ou mieux encore d'une *presse hydraulique,* on pouvait simplifier l'opération sans rien perdre dans la célérité ; les presses à cylindres furent supprimées.

Voici comment on opère à l'aide des presses. Sur le plateau inférieur B de la presse (*fig.* 48), on



Fig. 48.



pose une claie d'environ 70 centimètres sur 60 centimètres, en osier à claire-voie, ou mieux en lattes espacées de 13 millimètres, réunies par des torsades en fil de laiton. La pulpe est enfermée, sortant de la râpe, dans des sacs en canevas fort AA, dont on reborde de 16 centimètres l'ouverture. On aplatit à l'aide d'un rouleau sur une table la-

térale, doublée de plomb ou de cuivre étamé, laissant écouler le jus dans une des chaudières à déféquer; les sacs ainsi disposés, et contenant la pulpe pressée, doivent avoir 50 centimètres de large sur 60 de long, et 26 millimètres d'épaisseur. On place deux de ces sortes de galettes sur la claie, on pose une deuxième claie dessus, puis on continue d'empiler successivement deux sacs aplatis, puis une claie, jusqu'à ce qu'on ait formé une hauteur de près de 1 mètre; quatre montans, entre lesquels se meut le plateau inférieur, servent de guides pour empiler les sacs et claies. On serre très graduellement la presse, et l'on obtient directement ainsi 70 à 75 parties de jus pour 100 de pulpe fraîche. Pendant qu'une presse agit, une autre est chargée de même, en sorte que la pulpe soit toujours rapidement exprimée; une presse donne 6000 kilogrammes de jus en 12 heures.

Tous les récipiens, les réservoirs, les plateaux des presses et les conduits du jus doivent être doublés en cuivre, en laiton ou en plomb; il convient d'éviter le plus possible de mettre le jus en contact avec des ustensiles en bois, qui absorbent un peu de ce liquide, le laissent fermenter, et entretiennent ainsi une sorte de levain susceptible d'altérer le suc qui passe ultérieurement sur ces surfaces. La même observation s'applique à tous les ustensiles employés dans la fabrication et le raffinage du sucre.

Les procédés usuels que nous venons d'indiquer

pour l'extraction du jus des betteraves, laissent un *marc* pesant environ 25 à 30 pour 100 du poids des betteraves, et comme celles-ci ne contiennent que 3 centièmes environ de substance ligneuse non réductible en jus, le marc de 100 kilogrammes de betteraves recèle encore 22 ou 23 pour 100 de jus, et il importe d'autant plus d'obtenir cette portion, que ce marc a déjà supporté tous les frais de nettoyage, de râpage, etc. Un grand nombre d'essais à cet égard, fondés sur un broyage mécanique plus parfait, n'ont pas encore donné de résultats plus utiles (1).

(1) L'heureuse idée émise par M. Demesmay, de soumettre les sacs à l'action de la vapeur après une première expression, amena un changement très important, qui fut mis en pratique chez MM. Langlard, Blanquet, Harpignies et Hamoir, et qui, dans ces derniers temps, s'est propagé dans la plupart des usines; il a donné 15 à 16 0/0 de plus qu'on n'obtenait communément.

Les sacs de pulpe pressés une fois, et tels qu'ils sortent de dessous les deux presses hydrauliques, sont posés dans les châssis; chaque châssis soutient les sacs à plat, et maintient entre eux 13 millimètres d'écartement, lorsqu'on pose les châssis les uns sur les autres. Au fur et à mesure que l'un des châssis est chargé, on le pose horizontalement dans le coffre en bois qui est d'une dimension suffisante pour contenir 30 châssis, en laissant entre eux et les parois un espace libre d'environ 27 millimètres. Afin que cet espace soit sans aucune attention réservé, les parois intérieurs du coffre portent verticalement des liteaux sur lesquels les châssis viennent buter. Aussitôt que les 30 châssis chargés sont ainsi empilés les uns sur les autres, on ferme les ventaux, et alors, à l'aide d'un tube situé au bas du coffre, on injecte de la vapeur en ouvrant un robinet pendant 10 minutes.

L'eau de condensation, rassemblée dans la rigole des deux

On a cherché à remplacer le pressurage de la pulpe par divers moyens ; l'un des plus ingénieux, sans contredit, est la *lévigation* proposée par M. Pelletan, dont nous décrivons l'appareil plus

plans inclinés au fond du coffre, s'écoule au dehors ; quelques fissures à la jonction de la porte permettent l'évacuation de l'air et de l'excès de vapeur. Les 10 minutes écoulées, on cesse l'introduction de la vapeur, on ouvre le coffre, on en tire les châssis, dont on enlève les sacs gonflés ; on replace ceux-ci sous une presse hydraulique qui reçoit en outre 30 autres sacs soumis dans un deuxième coffre à la vapeur, pendant que l'on finissait l'injection dans le premier, et que l'on en tirait les châssis.

Voici le résultat de l'emploi de cet appareil et des presses à vis en fer.

400 kilog. de betteraves lavées ont donné :

Jus des deux premières expressions à froid..	258 kil.
Jus obtenu d'une troisième expression, après l'injection de vapeur....................	112
Résidu en pulpe......................	47
Total.........	417

Le jus obtenu à chaud est d'une densité égale à celle du jus à froid ; il paraît que l'eau condensée pendant les 12 à 15 minutes que dure l'injection est compensée par l'extraction, durant la deuxième expression à froid, d'un suc plus faible, provenant sans doute d'une sorte de séve faible contenu dans le tissu vasculaire.

Il faut que l'injection soit abondante et rapide, afin sans doute de briser les cellules par une dilatation brusque, et d'éviter une sorte de cuisson du jus qui l'altèrerait.

Le jus obtenu par l'action de la vapeur, traité à part, exige une proportion moindre de chaux ; il donne d'abondantes écumes, mais formées de flocons grumeleux plus gros. Ces phénomènes s'expliquent par la coagulation d'une partie de l'albumine dans la pulpe chauffée, autour de laquelle viennent s'agglomérer les produits d'une coagulation ultérieure dans les chaudières à déféquer. Du reste, la fil-

bas. La lévigation consiste à extraire le jus contenu dans les cellules déchirées par de l'eau ; le déplacement qui se fait est dû à la différence de densité du jus sucré et de l'eau, et à la force d'endosmose, qui veut que le tissu retienne toujours une grande proportion de ce liquide. Ce procédé a l'inconvénient d'introduire dans le jus 50 pour 100 d'eau environ qu'il faut évaporer ; il épuise assez complètement la pulpe qui n'est plus bonne alors à donner aux bestiaux (1). Les lévigateurs

tration sur le noir en grains et le rapprochement ont lieu comme avec le jus extrait à froid, et les cristaux dans les formes ne semblent pas moins abondans. Enfin, le jus de deuxième expression, mélangé et traité avec le jus à froid, n'apporte aucun changement dans les opérations, si ce n'est une légère diminution dans les proportions de chaux pour déféquer.

(1) La pulpe ou le résidu ligneux de la betterave après son râpage et l'expression du jus, convient aussi parfaitement pour nourrir et engraisser les bœufs, les vaches, les moutons, les porcs et même les chevaux. Cette nourriture augmente l'embonpoint de ces animaux, et les maintient constamment en bon état.

On a trouvé deux moyens de conserver la pulpe pour en prolonger l'emploi ; le premier consiste à la dessécher sur une touraille semblable à celle des brasseurs, et le second, à la renfermer dans des silos. Par cette dernière méthode, la pulpe fermente, produit de l'alcool qui, étant très divisé, se convertit au contact de l'air en acide acétique, état où s'arrête l'altération. Les bestiaux ne s'arrangent pas mal de cette nourriture ; mais par exemple les bœufs, quand on ne la sale pas pour en rendre la digestion plus facile, ont la diarrhée et maigrissent.

On peut avec les radicules et les extrémités des racines de betteraves fabriquer une succédanée du café, et on la regarde même comme préférable au café de chicorée ; on se sert aussi

ont l'inconvénient d'être trop compliqués et de demander souvent des réparations.

Le lévigateur (fig. 49) est une sorte de vis d'Archimède criblée de trous DDD, qui plonge en partie dans un vase rectangulaire. Cette vis est inclinée et reçoit de la pulpe par la partie inférieure vers B; cette pulpe s'élève jusqu'à sa partie supérieure, dont elle sort pour tomber dans des récipiens. On fait couler un filet d'eau par la partie supérieure de l'appareil; cette eau, descendant par son propre poids, marche en sens inverse de la pulpe, de telle manière que l'eau chargée de sucre est en contact avec l'eau pure, condition qui permet un épuisement suffisant. Afin de faciliter l'ascension de la pulpe, il existe des couteaux GGG, qui la ramassent pendant que la vis tourne. Ces couteaux, fixés sur une même tige FFF, et coulant sur le filet de cette vis, s'élèvent et seraient bientôt portés à son extrémité supérieure et au-delà, s'ils ne trouvaient à chaque révolution de l'hélice une échancrure qui leur permet de descendre.

Par la *macération*, on obtient un résultat à peu près analogue à celui que produit la lévigation, seulement c'est une opération beaucoup plus simple. Nous dirons quelques mots des anciens procédés de macération proposés par M. Mathieu de Dombasle, modifiés par M. de Beaujeu, et en der-

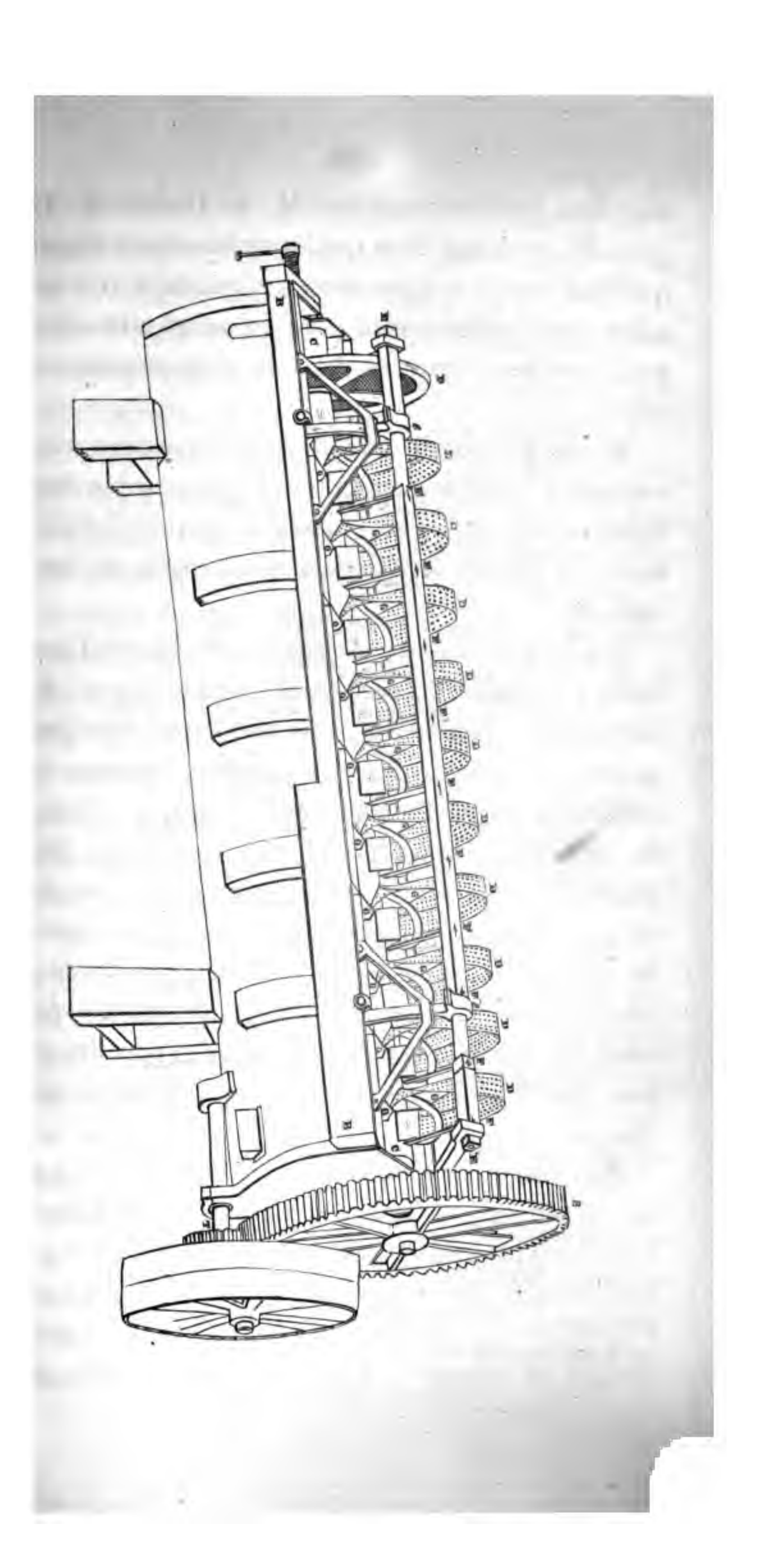
pour cette fabrication des betteraves trop petites pour être utilement employées à la sucrerie. Plusieurs établissemens confectionnent cette poudre.

nier lieu perfectionnés par M. de Dombasle. Ce procédé, en usage dans quelques fabriques depuis quelque temps, n'a pas encore répondu d'une manière assez satisfaisante à ce qu'on en attendait, pour que nous entrions dans de longs détails à ce sujet.

M. de Dombasle admet qu'un principe vital s'oppose à la séparation de tout le jus contenu dans la betterave, et qu'en chauffant jusqu'à l'ébullition, on détruit la vitalité dans la racine de betteraves.

Quelle que soit au reste la cause, M. de Dombasle a reconnu qu'après une coction à 100°, les betteraves, facilement coupées en tranches, peuvent être lessivées *par bandes*, comme les matériaux *salpêtrés*, sur sept filtres, en forme de *tonneaux* remplis de ces tranches; l'eau passée successivement se charge de plus en plus de jus, tandis que, par des additions successives de solutions de plus en plus faibles, chaque filtre épuise à son tour les tranches de betteraves qu'il contient. On soutient la température par des tubes chauffés à l'aide de la vapeur et plongés dans chaque filtre.

En résumé, le procédé de M. de Dombasle permet d'obtenir, en baissant seulement d'un degré environ (sur 7 ou 8), les 90 centièmes du jus que contiennent les betteraves, au lieu de 65 à 75 que l'on obtient communément. Le *râpage* et le *pressurage* se trouvent supprimés et remplacés par



la [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] nous [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] le [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] monter.

M. [illegible] Dans [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] nous [illegible] l'ap-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] aux premiers [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de bette-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] due à M. de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] amélioration évi-[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] les tonneaux macé-[illegible] [illegible] [illegible] en cercle ou rangés sur [illegible] [illegible] [illegible] les cas, leurs rebords étaient [illegible] [illegible] même niveau.

La [illegible] se fait aujourd'hui avec de l'eau [illegible] qu'on verse dans le premier tonneau, et qui, en passant successivement dans les tonneaux sui-vans, épuise suffisamment les tranches de bette-raves, sans qu'il soit nécessaire de la réchauf-fer, malgré son abaissement graduel de tempéra-ture.

MM. Martin et Champonnois simplifièrent en-core la manœuvre des appareils macérateurs en assurant la continuité de l'opération. L'appareil qu'ils inventèrent pour cet objet donna de bons résultats dans plusieurs fabriques.

la division en tranches et la coction bien moins coûteuse. M. de Dombasle est parvenu à traiter le jus cuit en opérant la défécation à 70°, et laissant déposer l'écume au lieu de la faire monter.

M. de Beaujeu modifia cet appareil en le rendant continu, et en disposant d'un tonneau à l'autre des tubes qui ramènent à la partie supérieure le liquide filtré sur un tonneau précédent. Dans les détails qui vont suivre, nous supposerons l'application de la chaleur restreinte aux premiers momens de l'introduction des tranches de betteraves, parce que cette innovation, due à M. de Beaujeu, constituait alors une amélioration évidente.

Pour la facilité du service, les tonneaux macérateurs étaient disposés en cercle ou rangés sur une ligne; dans tous les cas, leurs rebords étaient exactement au même niveau.

La macération se fait aujourd'hui avec de l'eau à 90°, qu'on verse dans le premier tonneau, et qui, en passant successivement dans les tonneaux suivans, épuise suffisamment les tranches de betteraves, sans qu'il soit nécessaire de la réchauffer, malgré son abaissement graduel de température.

MM. Martin et Champonnois simplifièrent encore la manœuvre des appareils macérateurs en assurant la continuité de l'opération. L'appareil qu'ils inventèrent pour cet objet donna de bons résultats dans plusieurs fabriques.

M. Dumas indiqua un procédé qui serait encore préférable, si l'on parvenait à extraire du jus la même proportion de sucre ; il consiste à faire chauffer jusqu'à 50 ou 60° les tranches de betteraves dans de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique ; elles laissent alors 95 à 96 pour 100 de leur jus à la presse hydraulique.

On a reproché long-temps à tous les procédés de macération, de faire éprouver une altération plus ou moins grave au suc, et de le rendre difficile à traiter. M. de Beaujeu aurait évité cet inconvénient, en achevant d'épuiser à l'eau froide les tranches de betteraves portées d'abord un instant à la température qui doit rendre le jus libre. On conçoit facilement qu'une température beaucoup moins long-temps élevée doit produire bien moins d'altération nuisible ; enfin, d'après les résultats de l'appareil Martin et Champonnois, le procédé des macérateurs, si économique de première mise de fonds et de main-d'œuvre, semblait devoir être adopté généralement.

Nous avons été à même d'observer dans la sucrerie de Vigneux, chez MM. Verdot et compagnie, les avantages et les inconvéniens du procédé perfectionné de M. de Dombasle ; mais nous avouerons qu'il nous est bien difficile encore aujourd'hui d'établir rien de positif à cet égard.

On a généralement remarqué que dans les premiers temps de la fabrication à l'aide de ce procédé, on obtient beaucoup plus de produits que

deux ou trois mois après ; cela tient aux causes nombreuses de fermentation que déterminent l'emploi des filets de chanvre et les cordes des tire-sacs ; les betteraves tranchées par morceaux comme plus haut, sont mises dans des filets que l'on plonge successivement dans 4 grands cuviers en cuivre ou en bois doublés de cuivre, où se fait la macération graduée.

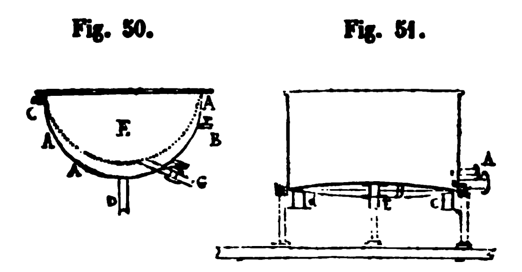
Nous ne reviendrons point sur la *défécation*, nous l'avons traitée d'une manière assez complète à propos de l'extraction du sucre de cannes. Nous donnerons seulement une idée de la construction des chaudières à déféquer, et de leur mode de chauffage.

Le système général de chauffage dans les diverses opérations de la fabrication du sucre de betteraves, est comme pour le sucre de cannes, à la vapeur.

Les chaudières ainsi chauffées sont disposées de plusieurs manières, suivant leur destination ; celles à déféquer et clarifier (procédé Bouchet, 24ᵉ leçon) ont une profondeur égale à leur diamètre. La chaudière dont la construction est due à M. Halette, d'Arras (fig. 50), est une de celles qui remplissent le mieux les conditions si utiles d'un chauffage rapide et d'un nettoyage très facile ; elle se compose, comme on le voit, de deux enveloppes concentriques ou d'une chaudière à doubles parois. A, chaudière enveloppante qui reçoit la vapeur par un tube B, laisse expulser l'air par un

petit robinet C, et évacuer l'eau de condensation par le table de retour D. E, chaudière à déféquer le jus et chauffée par la vapeur qui arrive entre son fond et la double enveloppe A. G, robinet de décharge pour le jus déféqué ou les rinçages. Dans cette chaudière, la température utile à la défécation est obtenue en 25 minutes, et l'opération ne dure guère que 30 minutes.

Fig. 50. Fig. 51.

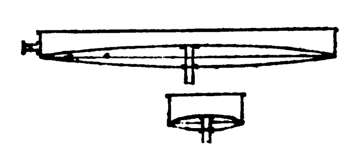


Une disposition très simple pour les chaudières à déféquer et à clarifier est indiquée (fig. 50 et 51). On voit que leur fond est bombé en dedans ; un robinet A permet de les vider complètement ; un double fond B reçoit à volonté, par un tuyau et un robinet C, la vapeur, tandis qu'un petit robinet *d* laisse échapper l'air, et qu'un tuyau E, se prolongeant jusque près du fond de la chaudière génératrice de vapeur, y ramène l'eau condensée.

Mêmes dispositions pour les chaudières à évaporer, à cette exception près, que leur profondeur ne doit être que de quelques pouces (6 à 8), et que le fond seulement est chauffé par une double

enveloppe, comme l'indiquent les coupes, fig. 52. L'étendue de ces chaudières devant être considérable, sans exiger une grande épaisseur de cuivre, elles sont longues et étroites (de 12 à 18 p. sur 2 p.).

Fig. 52.



Filtration. La défécation étant faite, après 5 ou 6 minutes de repos, on *soutire au clair* le suc déféqué sur un filtre à noir en grains (voyez les fig. 53, 54, 55). Ce soutirage exige quelques précautions ; on ouvre à demi le robinet de la chaudière, afin que l'écoulement puisse être continu, les interruptions pouvant agiter et troubler toute la masse ; les premières parties écoulées troubles sont d'ailleurs reçues dans un seau à part. Dès que le liquide coule clair, on le dirige sur le filtre garni d'une toile ou sorte de *charrier.* Ce filtre est chargé avec le noir animal en grains qui a servi à la dernière filtration du sirop clarifié, plus un dixième environ de noir en grains neuf. Il résulte de cette manière d'opérer, que le noir est dépouillé par le jus faible de la plus grande partie de sirop interposé dans le grain. Un volume d'eau ordinaire versé sur celui-ci, déplace, en s'y sub-

stituant, le jus engagé à son tour. On épuise ainsi d'ailleurs l'action du noir sur la chaux et sur quelques principes immédiats étrangers au sucre.

Dès que tout le suc clair de la chaudière à déféquer est passé, on verse sur le filtre le liquide trouble mis à part au commencement de la décantation, puis on y fait couler le suc de la presse à écume.

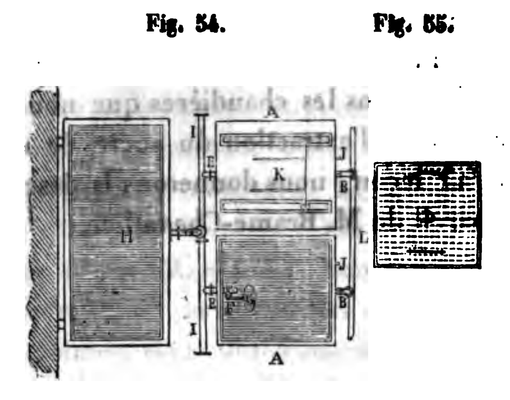
Cette presse à levier ou à poids successifs reçoit, dans une caisse en toile métallique, ou dans un sac à ouverture large et fendue, les écumes que l'on enlève du fond de la chaudière, à l'aide d'une large écumoire en forme d'écope.

Fig. 53.

Filtres Dumont. Les fig. 53 et 54 présentent les détails d'un de ces filtres, l'une en coupe verticale et l'autre en coupe horizontale. A, caisse en bois doublée de cuivre mince étamé. B, cannelle en cuivre jaune soudée à la doublure. C, faux-fond percé de trous comme une écumoire et soutenu sur trois tasseaux cylindriques en tôle de

cuivre. D, deuxième faux-fond mobile, percé de trous comme le premier, et représenté vu par-dessus dans la fig. 55. Deux carrés de toile claire, de la grandeur des deux faux-fonds, doivent garnir l'un le dessus du premier faux-fond, l'autre le dessous du faux-fond supérieur. E, cannelle engagée dans le filtre et soudée à sa doublure; la clef F est mue par un levier, à l'extrémité duquel agit une boule en cuivre G, pleine d'air, et flottant sur le sirop. Ce mode simple de régler l'écoulement maintient le sirop à 27 millimètres constamment au-dessous des bords du filtre, sans qu'on s'occupe d'aucun autre soin, une fois la filtration en train, que d'alimenter le réservoir général des filtres H et d'ouvrir le robinet qui communique avec le tube commun I des filtres Dumont.

Fig. 54. Fig. 55.



J, tube communiquant avec l'espace sous le premier fond, et servant à dégager l'air enfermé sous

ce faux-fond, et celui qui est refoulé dans les interstices du noir par l'infiltration du sirop. K, couvercle en bois revêtu à l'intérieur d'une feuille de cuivre étamé; il s'ouvre en deux parties, en sorte que l'on peut examiner ce qui se passe dans le filtre en soulevant seulement la portion antérieure, comme l'indique la fig. 53, par une coupe verticale. L, tuyau muni d'entonnoirs pour recueillir le produit de la filtration de tous les filtres. L', gouttière en avant du tuyau ci-dessus, dans laquelle on fait couler la clairce, lorsqu'elle passe trouble, à l'aide d'un bout de gouttière à bec I, afin de la conduire dans un petit récipient particulier. On enlève le bout de gouttière I, dès que la clairce coule limpide; alors elle est dirigée par les entonnoirs dans le tube I, qui conduit au réservoir à clairce. M, massif en maçonnerie ou bâtis en charpente, sur lequel sont posés tous les filtres.

L'évaporation du jus et la cuite du sirop peuvent se faire dans les chaudières que nous avons indiquées dans l'extraction du sucre de cannes. Dans la 23[e] leçon, nous donnerons la description de l'appareil de M. Brame-Chevallier.

VINGT-TROISIÈME LEÇON.

SUCRE DE CANNES ET SUCRE DE BETTERAVES.

COMPARAISON ENTRE L'INDUSTRIE COLONIALE ET INDIGÈNE.

uestion des sucres sous le point de vue économique. — Appareil de Brame-Chevallier. — Compte de fabrication des deux industries. — Résumé des différentes phases de la fabrication du sucre (indigène et colonial).

« La question de la production du sucre de bette-aves en concurrence avec celle du sucre de cannes, urement scientifique et industrielle sous l'em-ire, est devenue un problème d'économie politi-ue vers la fin de la restauration, et depuis dix ans lle s'est élevée à la hauteur d'une question tout-fait politique et ministérielle. Long-temps les olons des quatre pays à sucre (Martinique, Gua-eloupe, Bourbon et Guyane), ne redoutant sur marché français que les sucres de l'Inde, de uba, du Brésil, etc., dressèrent leurs batteries our faire enfler presque d'année en année les roits d'entrée sur les sucres étrangers ; et, à l'om-re de ce tarif sagement protecteur, en comparai-on des droits qu'ils payaient, ils produisaient tant

bien que mal la petite provision de sucre consommée par la France.

« Pour bien comprendre cette position, il faut se rendre compte de l'état dans lequel vivent depuis 1814 nos îles à sucre, soumises au système dit colonial. En résumé, elles sont tenues d'acheter tout ce qui leur est nécessaire à la métropole, et, par réciprocité, la France s'est engagée à n'acheter qu'à elles le sucre dont elle a besoin, le sucre brut, entendons-nous bien; car, par cette combinaison, quelques riches banquiers d'ailleurs, députés ou pairs, ont monté des raffineries très productives. »

Or, voici les faits qui se sont passés.

« En 1813, par suite du blocus continental, 45 millions d'habitans ne consommaient que 7 millions de kilogrammes à 9 et 10 francs. C'était l'époque des sucriers fermant à clef. Pour plaire à l'empereur, pour avoir la croix et des récompenses, on reprenait des expériences du dernier siècle sur l'analyse de la betterave; on demandait, par analogie, à la vigne et au figuier d'Inde des substances édulcorantes, et sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, on réussissait et on était enfin parvenu à extraire de la betterave un sucre qui, raffiné, était parfaitement identique avec celui de la canne. C'était un magnifique résultat; on le payait cher; mais on avait la satisfaction d'avoir du sucre *national* (ce mot est magique en France).

« La restauration rouvrit les mers, la paix se

raffermit, et le système colonial, qui est une plaie de notre époque, commença à fonctionner sans obstacle. En 1816, la France consommait déjà 24 millions de kilogrammes; deux ans plus tard, la consommation était de 36 millions; enfin, en 1820, elle s'élevait à 48 millions. Les colonies seules faisaient cet approvisionnement, puisque les sucres étrangers payaient à l'entrée 40 à 45 francs de surtaxe. Au même moment, on rendait sous forme de *drawback*, à la sortie, aux raffineries qui exportaient le sucre blanc, tous les droits qu'ils avaient payés pour l'introduction des sucres.

« Jusque-là, les fabriques de betteraves n'étaient guère considérées que comme des manifestations impuissantes de l'opposition bonapartiste. On avait beau dire aux colonies, qui demandaient sans cesse la surtaxe des sucres étrangers : Prenez garde, mieux vaudrait le dégrèvement de vos produits, car voilà un ennemi qui s'avance, avec lequel vous aurez à compter. Les colons, sourds aux protestations des amis de l'humanité, aux raisonnemens des économistes, restaient dans l'ignorance la plus absolue des nouveaux procédés de culture et de fabrication, hypothéquant leurs propriétés et courant dans l'abîme où ils sont empêtrés et d'où les sortira qui pourra.

« En 1828, on comptait déjà 58 fabriques de sucre de betteraves, produisant 4 millions de kilog. de sucre. La révolution de 1830 arrive, une nouvelle impulsion est donnée aux esprits, et, en

1835, les colons avaient à lutter contre 349 fabriques. L'an d'après, l'administration en comptait 466, dont 105 en construction; et, en 1837, il y avait 542 fabriques, dont 39 en construction. L'élan était extrême; l'ennemi faisait feu de toutes parts; l'amour-propre des colons ne les empêcha plus de voir le danger, mais il était trop tard pour arrêter les ravages de la concurrence : la betterave avait pour elle ses députés, ses ministres, ses princes, ses économistes, l'agriculture entière et ce je ne sais quoi dans le public qui fait qu'il s'intéresse de préférence aux nouveau-venus faisant hardiment leur chemin. Or, les betteraves avaient versé dans la consommation :

4,380,000 kilogr.	1828	chiffres officiels.
7,296,000	1833-34	
13,230,000	1834-35	
32,974,000	1835-36	
44,903,000	1836-37	

« Ces 44 millions de kilogrammes forment le tiers de la consommation annuelle de la France, telle que l'ont faite les besoins actuels, évaluée à 120 millions de kilog.

« On comprend l'importance de la concurrence faite aux sucres des colonies, et la difficulté dans la vente, malgré une baisse continuelle dans les prix courans descendus au niveau, si ce n'est au-dessous des frais de production. On comprend aussi toute la marge qu'ont eue les fabricans de sucre

de betteraves, produisant à l'ombre d'un tarif aussi élevé que celui établi par la loi du 26 avril 1833. Rien ne peut être comparé non plus à la satisfaction des raffineries et des exporteurs, à qui on accordait des primes à la sortie, et à qui on rendait, en drawback, les droits qu'ils n'avaient pas payés à l'entrée, le tout pour arriver à ce que les mines et les sujets du roi de Sardaigne pussent acheter à des fabricans français pour 60, 50 centimes et moins encore, les sucres que le peuple le plus civilis avait le droit de se procurer à 1 et même 1,20. C'était le moment où quelques grands personnages faisaient faire sur la frontière une contrebande fantastique, sortant par un point des sucres raffinés qui savaient rentrer sur un autre, pour être indéfiniment réexportés et réimportés. Voici au surplus le tarif et les montans de la prime dont l'éloquence ne saurait être mise en doute par personne :

Droits d'entrée sur les sucres coloniaux bruts, autres que blancs.

Bourbon.............	38 fr. 50 les 100 kilogr.
Antilles et Guyane....	45 » »

Droits d'entrée sur les sucres coloniaux bruts blancs.

Bourbon.............	53 fr. 50 les 100 kilogr.
Antilles et Guyane.....	60 » »

Droits d'entrée sur les sucres coloniaux terrés de toute marne.

Bourbon....................	61 les 100 kilogr.
Antilles et Guyane..........	70 » »

« Voilà pour les sucres des colonies ; voici pour les sucres étrangers :

Droits d'entrée sur les sucres étrangers, autres que blancs.

Inde.................	80 fr. les 100 k.,	et 100	nav.	étr.
Ailleurs, hors d'Europe	85	»	»	»
Entrepôts............	95	»	»	»

Droits d'entrée sur les sucres étrangers blancs ou terrés, etc.

Inde.................	90 fr. les 100 k.,	et 120	nav.	étr.
Ailleurs, hors d'Europe.	95	»	»	»
Entrepôts.............	105	»	»	»

« Les sucres raffinés, en pains ou en poudre, sont PROHIBÉS par une loi de 1816, de plus en plus en vigueur.

« La prime demandée, à titre de protection provisoire, à la Chambre des députés, et qui ne s'élevait, en 1820, qu'à 270 mille francs, avait déjà atteint, en 1832, le chiffre de 18 *millions* 774 mille francs. Depuis, et par suite de modifications législatives, il s'est annuellement balancé entre 3 et 5 millions. En 1840 il est de 3,669,243 francs.

Mais revenons au point qui nous occupait tout à l'heure, et relatif à la concurrence faite au sucre de cannes par son confrère le sucre de betteraves. A la vue des faits que nous venons de citer, les colons se sont émus ; ils ont appelé à eux les ports de mer, directement intéressés à ce commerce plus qu'à celui du sucre indigène ; ils ont invoqué les avantages que peut en tirer la navigation mar-

chande, source de prospérité nationale, école de la marine militaire; ils ont surtout excité le fisc et toute l'administration financière, qui a touché, en 1840, plus de 30 millions sur le sucre des colonies.

« Telle était la question, ainsi se montrait le problème de la lutte des sucres, lorsque, sur la demande des colonies, le gouvernement dut intervenir par le remède suivant : à partir du 1[er] juillet 1838, le sucre de betteraves fut soumis, sur les lieux de production, à un droit de 11 francs par quintal. L'an d'après ce droit fut porté à 15 francs; mais, nonobstant le fisc, l'impulsion était donnée, et, en 1839, la production du sucre de betteraves fut encore de 40 millions, et des progrès récens annonçaient que la fabrique française ne s'en tiendrait pas à ce chiffre. Les betteraviers avaient groupé leurs établissemens, dans le département du Nord, sur de bonnes terres, à portée du combustible et des voies de transport. Les deux sucres étaient donc toujours en présence, et la question s'est trouvée posée de nouveau, en 1840, dans le conseil des ministres et au sein des deux Chambres, qui ont élevé le droit sur le sucre indigène à 27 fr. 50 cent., fixé à 49 fr. 50 cent. celui des Antilles françaises, à 42 fr. 35 cent. celui de Bourbon, et à 66 fr. celui de l'Inde venant par navire français, simplifiant au moins cette longue nomenclature de 1833, reproduite ci-dessus, et faisant disparaître cette singulière dénomination de sucres *blancs* et *autres que blancs*.

« On croyait avoir ainsi balancé les intérêts de tout le monde. La consommation française étant évaluée 120 millions, 80 millions devaient être tirés des colonies, et 40 millions demandés à la betterave, et le surplus, s'il y avait lieu, au sucre étranger. A ce sujet, et pour favoriser l'entrée du sucre étranger, le mouvement des entrepôts, et nos intérêts maritimes, on décida qu'on rendrait les droits aux sucres étrangers réexportés, et on fixa le rendement à 71, c'est-à-dire que 71 kilogrammes de sucre raffiné seraient regardés comme provenant de 100 kilogrammes bruts.

« Cet arrangement n'a satisfait ni colons ni fabricans de sucre de betteraves. Plusieurs de ceux-ci ont fermé leur usine, mais d'autres ont continué et encore produit, en 1841, 14 millions de kilogrammes, sur lesquels le fisc a perçu 9 millions et demi. Mais tous ont réclamé sur l'exagération des droits et l'assassinat de leur industrie, naguère encouragée et protégée par la liberté intérieure et les droits de douane. Les colons, de leur côté, ont invoqué de nouveau l'égalité, comme enfans d'une même patrie, ou bien encore l'anéantissement du système colonial, c'est-à-dire la liberté d'acheter et de vendre où bon leur semblerait, forcés en cela par les événemens d'oublier les maximes qu'ils soutinrent il n'y a pas encore quinze ans. On comprendra bien tout ce qu'il y a d'urgent dans leur position, en sachant que leur industrie est dans l'enfance, et que la question de l'affranchis-

sement des esclaves est imminente ; qu'ils redoutent les effets d'un rachat modéré et d'une émancipation prochaine, pouvant leur ôter les travailleurs, ou au moins pouvant changer assez facilement l'organisation actuelle. Ajoutez que le cours du sucre est tombé, au Hâvre, à 105 fr. les 100 kilogrammes, qui, diminués des droits d'entrée et des frais de production, se réduisent à 30 fr., ou 30 centimes par kilogramme. Notez encore qu'un nouveau brandon de discorde vient de surgir, c'est le sucre de fécule, également *national* et indigène, et qui s'est élevé à 5 millions de kilogrammes de fabrication, employés à certaines édulcorations spéciales, pour les sirops, les vins, etc., toujours au détriment des autres sucres.

« La question est vraiment insoluble, et nous comprenons maintenant bien, pour notre compte, toute la profondeur d'une réponse faite à ce sujet par un des plus brillans publicistes que le parti radical ait eus (1) : Nous sommes bien heureux, disait-il, que la solution de cette question soit échue à nos ennemis politiques !... Aussi ne sommes-nous pas étonnés que la discussion récente (janvier 1841) au sein des conseils généraux de l'agriculture, du commerce et des manufactures, assemblés extraordinairement, n'ait rien produit de net et de concluant, que le public et les publicistes eux-

(1) Armand Carrel.

mêmes perdront pour ainsi dire pied dans cette question où tant d'intérêts sont engagés.

« Suivant les principes de l'économie politique de la liberté proclamés par Adam Smith et J.-B. Say, il y aurait pourtant une solution *scientifique* que nous n'allons indiquer que pour mémoire ; car nous comprenons que, présentée comme pratique, elle soulèverait des haros universels dans la foule des intéressés de toutes nuances, partisans de la canne ou de la betterave. Cette solution, la voici. Comme il est juste et de l'intérêt bien entendu d'un peuple de ne produire que ce qu'il sait faire à bon marché, et se procurer les autres produits par voie d'échange, la France aurait à abandonner la culture de la betterave, à se débarrasser du système colonial et à demander les sucres dont elle a besoin à Cuba, à l'Inde, au Brésil, qui lui prendrait en retour des produits indigènes. Elle aurait ainsi, même en supposant un droit convenable comme impôt, du sucre à 60 ou 75 centimes le kilogramme, et la consommation qui est portée à 120 millions ne tarderait sans doute pas d'atteindre un chiffre double ou triple, décuple même ; car le sucre est devenu un objet de première nécessité, et l'on sait qu'un anglais en consomme moyennement 8 kilog. par an, et un individu libre aux colonies de 30 à 50 kilog. Ainsi le fisc, la navigation et les ports de mer retrouveraient peu à peu tous leurs avantages réciproques. Les colonies, après cette douloureuse épreuve, gran-

diraient par la liberté, comme le prouvent plusieurs exemples; quant au sucre de betteraves, nous le croirions mort pour toujours. Avant de se récrier sur un pareil système, qu'on réfléchisse aux résultats de la chimie. Eh bien ! on a trouvé par l'analyse environ 10 pour cent de sucre terme moyen dans la betterave, et l'on n'a pu, jusqu'à présent, extraire que 5 ou 6. Or, il y a dans la canne 18 à 20 pour cent facile à extraire. Il est donc évident que la supériorité restera toujours à cette dernière, surtout avec les progrès incessans qui seront faits dans la manufacture et les moyens de transport. A moins qu'on ne trouve plus de sucre dans la betterave, et alors ce que nous disons de la supériorité de la canne s'appliquera au sucre indigène.

« Nul ne doute que ce système ne soit fort utile aux consommateurs, en les dégrevant d'un impôt énorme, dont une partie va au fisc et une autre dans la poche des colons et des fabricans de betteraves; mais les fabriques de betterave seraient anéanties; mais les colonies auraient un terrible quart d'heure à passer; mais il y aurait un moment d'incertitude pour le fisc, les ports; mais la navigation serait obligée de se déplacer. Tout cela est évident; nous en concevons la gravité. La question est de savoir si on peut mieux faire: c'est difficile à croire, en voyant le gâchis universel dans lequel on se débat depuis plusieurs années, et l'incertitude dans laquelle on est pour l'avenir. Je

suis bien que le rachat des fabriques françaises est un événement fâcheux, que l'enfant provisoirement asphyxié, pourra reparaître un jour de guerre continentale; mais que faire? laisser vivre les deux? Je le veux bien; mais à quelles conditions pour être juste. C'est là le nœud gordien (1). »

Aux appareils que nous avons décrits pour la cuite des sirops, nous ajouterons la description de l'*appareil de M. Brame-Chevalier.*

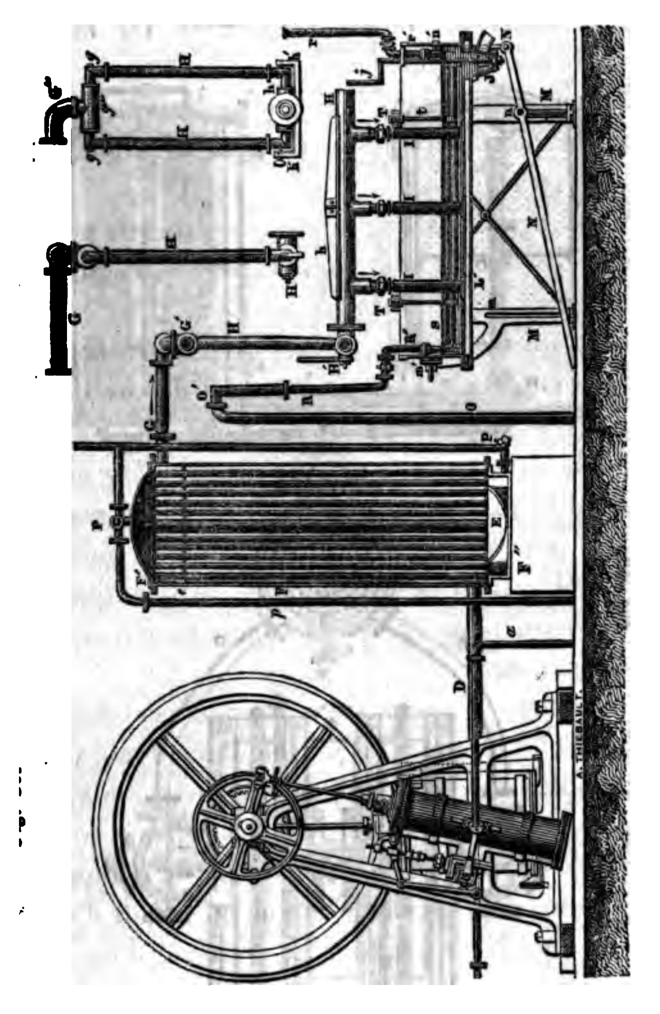
Cet appareil qu'on voit représenté en coupe par le milieu dans la fig. 56, et par dessus dans la fig. 59, se compose, 1° de deux chaudières contenant la clairce ou le suc; 2° d'un *chauffoir* où l'air prend la température utile, et 3° d'une *machine soufflante* qui lance dans le chauffoir, puis dans le double fond des chaudières, la quantité d'air nécessaire pour opérer la concentration en quelques minutes.

Le sirop contenu dans chaque chaudière est chauffé à la vapeur, au moyen d'une double grille composée de tubes en cuivre rouge; la vapeur entre par une des extrémités des grilles et sort par l'autre extrémité avec l'eau de condensation, qui est ramenée à la chaudière par un retour d'eau.

Le chauffoir a l'apparence extérieur d'un grand cylindre, dont la base supérieure présente la

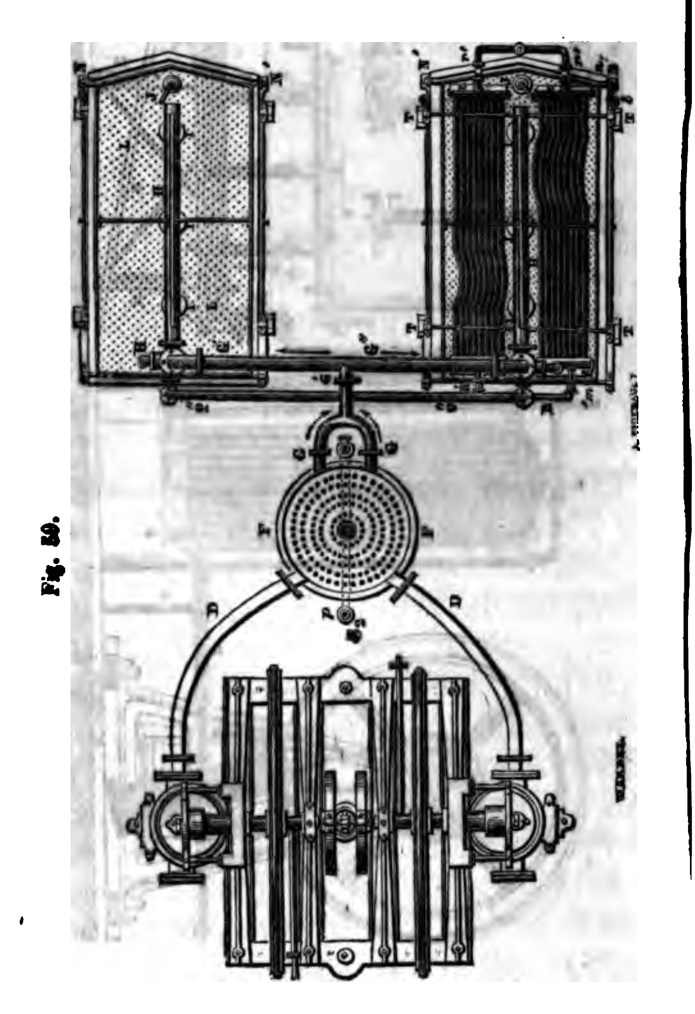
(1) Nous devons ces considérations économiques à M. Joseph Garnier, directeur de l'Ecole du Commerce (place du Trône).

rme d'une calotte bombée ; dans l'intérieur de cylindre, se trouvent, près des extrémités, 2



ases planes portant un grand nombre de trous orrespondans, dans lesquels sont soudés des ubes ouverts par les deux bouts ; les espaces com-

pris entre ces bases intérieures et les extrémités du cylindre sont donc en communication par le moyen des tubes ; c'est là le chemin que parcourt


Fig. 52.

la vapeur. Tandis que l'air est jeté par la machine soufflante dans le corps du même cylindre, entre

les tubes qui l'échauffent par leur contact, au sortir du chauffoir, il arrive dans les trois colonnes qui s'élèvent verticalement au-dessus du fond supérieur de chaque chaudière, pour se répandre ensuite dans l'intervalle qui a été ménagé entre le fond supérieur et le fond inférieur; arrivé là avec l'augmentation de pression qu'il a reçue de la machine soufflante, l'air est forcé de s'échapper par une foule de trous très fins, dont est percée le fond de la chaudière sur lequel repose le sirop; il se divise donc en bulles très petites pour traverser de bas en haut l'épaisseur du liquide, et se trouve ainsi dans des conditions favorables pour se saturer de vapeur autant que le permet la nature de la dissolution.

La *machine soufflante* est mise en mouvement par une machine à vapeur oscillante, dont la disposition bien connue nous dispense d'en donner la description. Les cylindres à air DDD, de cette machine soufflante, sont à double effet; l'air est aspiré par des ouvertures, et refoulé par des ouvertures analogues situées de l'autre côté des cylindres, et qui viennent aboutir à un conduit; c'est dans ce dernier conduit que les tuyaux D prennent l'air pour le porter au chauffoir.

Le *chauffoir* est un grand faisceau de tubes *e*, ouverts par les deux bouts; très près de leurs extrémités, ces tubes traversent des espèces de plaques ou platines E, dans lesquelles ils sont exactement soudés (fig. 56); à la partie supérieure du

faisceau, un peu au-dessous de la platine supérieure, se trouve encore un diaphragme, percé d'un grand nombre de petits trous, et destiné seulement à dévier le mouvement de l'air pour le mettre mieux en contact avec les tubes du faisceau qu'il enveloppe de toutes parts; une enveloppe cylindrique F, exactement fixée sur le pourtour des deux platines E, vient clore hermétiquement l'espace qui reste libre entre les tubes à vapeur *e*, et c'est dans cet espace que les deux grands tubes à air D introduisent l'air poussé par la machine soufflante; les espaces réservés aux deux extrémités du chauffoir sont destinés, l'un à donner la vapeur aux tubes *e*, l'autre à recevoir l'eau de condensation de la vapeur qui a servi.

L'air convenablement chauffé dans cet appareil en sort, vers la partie supérieure, par les deux tubes horizontaux G (fig. 59) pour se rendre dans le tube G′, qui n'en est que le prolongement, et ensuite dans G″, aussi horizontal, mais perpendiculaire à G′. A chacune de ses extrémités le tube G″ se recourbe de haut en bas, comme on le voit dans la figure 58, et se termine par une boîte destinée à recevoir les deux tubes coudés H, qui doivent être mobiles dans cette boîte, de manière à y prendre au besoin un mouvement de rotation autour du boulon *gg*, qui les tient serrés pour qu'il n'y ait pas de fuite d'air; les tubes H sont pareillement coudés à leur partie inférieure pour s'adapter dans une deuxième boîte *h*, semblable à

la première, et dans laquelle ils peuvent aussi tourner. L'écartement des tubes H est empêché par la pince *h' h'*; la boîte *h* porte un robinet H' (fig. 56) qui arrête l'air quand il est fermé, et qui lui permet de passer dans le grand tube H; l'air descend par les trois colonnes I pour se répandre dans l'espace compris entre les deux fonds L et L', d'où il ne peut plus s'échapper que par la multitude de petits trous dont le fond supérieur se trouve percé.

Les deux chaudières étant tout-à-fait pareilles, nous décrirons seulement l'une d'entre elles; le plan (fig. 59) en fait voir la forme extérieure, et, pour avoir une idée de son ajustement, il suffit de jeter les yeux sur la coupe (fig. 56). On voit qu'elle se compose du fond inférieur L', du fond supérieur L, criblé d'une foule de trous très petits, et d'un rebord d'environ 15 pouces de hauteur, qui porte une large bride d'assemblage à sa partie inférieure; on réunit solidement ces trois pièces après avoir séparé les deux fonds sur leur pourtour par une épaisseur convenable. La figure 56 montre clairement aussi la disposition du robinet de vidange J, qui se manœuvre au moyen de la clef *j*.

La chaudière étant à bascule, il importe d'indiquer comment elle peut se mouvoir. A cet effet elle est entourée par un bâti à quatre pieds M, liés entre eux par des traverses diagonales dans le sens de la longueur de la chaudière, et par des

traverses horizontales dans le sens de sa largeur. Les deux pieds qui sont opposés au robinet de vidange se bifurquent vers le haut, et donnent naissance à des appendices sur lesquels reposent les deux extrémités arrondies d'un axe *m'*, solidement boulonné sur le bord de la chaudière. Cet axe seul porte le bout dont il s'agit; l'autre bout, celui du robinet de vidange, est porté par une traverse semblable *n'*, par deux tiges verticales, et par le double levier N, mobile autour de l'axe *n* N'; chacune des tiges est articulée à l'une des extrémités de la traverse *n'* et à l'extrémité de l'un des leviers N; les axes *n'* de rotation du levier sont fixés sur les pieds correspondans du bâti. Le poids de la chaudière et du sirop tend à faire descendre le petit bras du levier N et à relever le grand bras du même levier; mais une traverse, qui s'ajuste dans la rainure *m* des pieds du bâti, arrête le mouvement, et permet, par la même raison, de niveler exactement le fond L de la chaudière.

Quand la cuite est finie, on soulève cette traverse; le double levier N la suit, et la chaudière s'incline du côté du robinet de vidange, que l'on ouvre en même temps pour donner issue au liquide. Ce mouvement de bascule fait comprendre les motifs d'ajustement des tuyaux H dans les boîtes *g"* et *h*, car il est évident que les colonnes I, boulonnées sur le fond L, se déplacent avec lui, et entraînent par conséquent le tube H", qui ne peut suivre qu'en déplaçant les tuyaux H et en les

faisant tourner d'abord dans la boîte *h*, et ensuite dans la boîte *g''*.

Comme les grilles à vapeur ne pourraient participer au mouvement de bascule de la chaudière sans une grande complication d'ajustement, on a préféré les laisser immobiles ; elles sont soutenues à 2 pouces de fond L par des tiges *t* (*fig.* 56), qui sont elles-mêmes attachées aux deux grandes et fortes traverses TT (*fig.* 56 et 59). Les extrémités de ces traverses reposent sur les sommets des pieds M du bâti ; on peut donc, sans faire éprouver à la grille le moindre dérangement, manœuvrer la chaudière au moyen du levier N, et la faire tourner autour de son axe *m'* jusqu'à ce que le fond L vienne rencontrer le fond des boîtes S.

On peut remarquer que, pour laisser voir plus complétement le fond L et la disposition des trous, on a enlevé sur l'une des chaudières de la *fig.* 59, le système des grilles et des tuyaux qui conduisent la vapeur.

Pour le *jeu de l'appareil*, la chaudière étant remplie, le sirop, même peu concentré et très fluide, ne peut pas couler par les trous du fond L ; ces trous, qui sont assez grands pour laisser passer l'air, sont trop petits pour laisser passer le sirop, à moins qu'il n'y ait une aspiration entre les deux fonds, ce qui n'arrive pas ; le liquide est donc à peu près comme s'il était sur une toile imperméable. On donne à la fois la chaleur et l'air pour concentrer ; la vapeur, en se con-

densant, communique au travers des parois des grilles tubulaires sa chaleur constituante, qui, échangée ainsi en faveur de l'eau du sirop, transforme celle-ci en vapeur, et l'air, arrivant au travers des trous, et se formant en bulles qui se renouvellent sans cesse, ouvre dans la masse sirupeuse des espaces où la vapeur se répand et s'exhale librement. Le sirop lui-même, recevant par les grilles intérieurement chauffées à 150°, autant de chaleur qu'il en perd par l'évaporation, reste à la température de 75 à 80°. On conçoit que, physiquement, il serait facile de l'évaporer à 50 ou 60°; mais en pratique il n'y a pas d'avantage à le faire.

Voici à peu près la disposition de la plupart des fabriques de sucre indigène aujourd'hui en activité (*fig.* 60) (1).

(1) En 1831, la Société d'Encouragement accordait, après concours, une médaille à M. Ardant Majambost, fabricant à Limoges, pour avoir obtenu les résultats suivans, que nous extrayons du *Bulletin de la Société*. Comme on le voit d'après ce compte rendu, la fabrique marchait à l'aide des bœufs.

Betteraves, 500000 kilogrammes, à 16 fr. (c'est le prix auquel elles reviennent, y compris un bénéfice de 75 à 100 fr. l'hectare)..........	8000 fr.
Dans cette usine, on travaille 5500 à 6000 kilogrammes par jour.	
Il faut 91 jours pour terminer toute l'opération.	
A reporter	8000 fr.

(Fig. 60.)

BARBEL A. THIEBAULT

Au rez-de-chaussée A, on voit le laveur mécanique employé pour le nettoyage des betteraves; en A' un ouvrier charge les godets d'une chaîne

D'autre part....	8000	fr.
Main-d'œuvre. On emploie 18 hommes à 1 fr., 5 femmes à 30 c., 4 enfans à 25 c., ensemble, 22 fr., et environ 6 fr. de veillées pour une partie des ouvriers; en tout 28 fr. par jour, ou pour 91 jours..........................	2548	
Combustible. Il s'agit de concentrer 39 hectolitres de jus jusqu'au point de cuite, c'est-à-dire de 5 degrés Baumé à 40 degrés environ. On peut compter sur la consommation de 100 kilogrammes de bois sec pour 3 hectolitres de jus, soit 1300 kilogrammes de bois par jour; le mètre cube pèse 487 kilogrammes environ, et vaut, rendu à la fabrique, 6 fr 50 c.; il en faudrait donc 2 mètres deux tiers par jour; mais comme il n'est pas toujours très sec, on porte la dépense à 4 mèt. par jour, en y comprenant les recuits, ce qui fait 26 fr. par jour, et pour 91 jours..........................	2366	
Charbon animal, environ 100 kilogrammes par jour, à 38 fr..........................	3368	
Bœufs, 18, dont la nourriture est évaluée à 9 fr. par jour, coûtent, pour le temps qu'on les emploie au manége..........................	819	
Menus frais: Chaux, sang, entretien des bacs et claies, éclairage, etc..........................	700	
Intérêts des capitaux et entretien. Pour 20000 fr. en mouvement dans la fabrique pendant 6 mois, à 5 pour 100..........................	500	
Entretien et intérêts du mobilier à 10 pour 100.	3600	
Directeur. Le chef remplissant seul cet emploi		
A reporter	21901	fr.

sans fin A'B, muc aussi par la machine ; eu C, un enfant dirige vers les coulisses de la râpe les betteraves qui tombent sur le plan incliné ; un ou-

D'autre part....	21901 fr.
(sauf ceux de contre-maîtres exercés par des ouvriers qui ont une haute-paie comprise dans les journées ci-dessus)......................	»
Cet article est ici porté pour mémoire.	
Il convient d'ajouter pour encouragemens, extraction des silos, transports à la fabrique...	900
Pour loyer des bâtimens, cours, etc.	600
	23401 fr.

Produits.

M. Ardant dit avoir toujours obtenu environ 5 kilogrammes et demi de sucre pour 100 du poids des racines ; mais comme généralement on n'obtient encore que 5, nous n'admettons à ce taux que 25000 kilogrammes pour 500000 kilogrammes de betteraves, dont 18000 kilogrammes à 1 fr. 50 c. à cause de sa belle qualité..................................	27000
Et 7000 kilogrammes à 1 fr. de second jet.....	7000
125000 kilogrammes de pulpe consommée dans la propriété, évaluée à 16 fr. les 1000 kilogrammes..................................	2000
Vente des mélasses........................	1600
Le noir, ayant servi, peut être revivifié ou employé comme engrais ; on doit l'évaluer au moins à..................................	300
	37900
A déduire le montant des frais..............	23401
On voit qu'il reste en bénéfice..............	14499 fr.

Lors même que l'on ne compterait le prix de tout le sucre

vrier D est sans cesse occupé à pousser alternativement de chaque main les deux rabots qui pressent dans la coulisse les betteraves contre le cylindre dévorateur.

Un aide prend à la pelle la pulpe sous la râpe et

qu'à 1 fr., le bénéfice serait encore de 5000 fr.; et, en y ajoutant celui d'exploitations accessoires, telles que la distillation des mélasses, la fabrication du cidre et l'extraction de la fécule de pommes de terre, comme l'a fait M. Majambost, il ne serait pas difficile d'en obtenir un surcroît de bénéfices montant à 3500 fr. Ce serait donc en tout un revenu de 8500 fr. dans des circonstances assez peu favorables.

Mais les plus grands avantages que l'on doit recueillir, et sur lesquels on pourra compter à tout événement, en annexant la fabrication du sucre des betteraves à une grande exploitation agricole, sont :

1° De nettoyer, d'ameublir une étendue de terrain quatre ou cinq fois plus considérable que celle nécessaire à la production annuelle des betteraves, et cela en réglant les assolemens de manière à bonifier ainsi périodiquement chacune des parties du domaine.

2° D'augmenter la proportion des engrais par les résidus des défécations et clarifications, mêlés à leur volume de terre sèche, et semés sur le sol, ce qui constitue une deuxième cause de fertilité des terres. M. Ardant a même très bien utilisé, sous ce rapport, les vinasses, résidus de la distillation des mélasses, en les faisant servir à l'irrigation ou arrosage, et à l'engrais des terres emblavées.

3° De créer des industries, productions et consommations nouvelles dans les contrées qui en étaient privées.

4° Enfin, de multiplier les bestiaux en rendant à la fois profitables leur engraissement et leur travail, ce qui augmente les engrais dans la même proportion, et par suite la fertilité des terres. Tous ces avantages concourent en même temps à accroître de beaucoup la valeur des propriétés, et à répandre l'aisance chez les travailleurs.

la verse dans le sac posé sur une claie reposant elle-même sur des tasseaux qui laissent écouler le jus sur la table creuse doublée en cuivre; une femme E aplatit et égalise au rouleau l'épaisseur des sacs (réglée à 12 ou 15 lignes).

Chaque claie ainsi garnie est portée à l'une des presses hydrauliques F, que l'on charge ainsi, tandis que les trois autres fonctionnent.

La pulpe pressée est livrée directement aux nourrisseurs à un prix qui permet de négliger d'en extraire une nouvelle quantité de jus; par les moyens qui ont été indiqués, on obtient ainsi 70 à 72 de jus pour 100 de betteraves.

Le jus coule directement dans celle des 4 chaudières à défécation qui se trouve vide; un ouvrier surveille attentivement chaque opération avec les soins précités; il soutire le jus déféqué à l'aide du robinet GG'; les premières portions troubles coulent par une gouttière H dans un filtre à poche ou Taylor (voyez *raffinage*). Dès que le liquide coule clair, on le dirige dans la conduite H', d'où il se rend dans le réservoir I; celui-ci alimente une rangée de filtres Dumont K, à l'aide des robinets à flotteur.

Ces filtres alimentent le réservoir L, qui dessert le serpentin évaporateur M de l'appareil Degrand; la hotte N enlève les vapeurs et en débarrasse l'atelier; le jus marquant à froid 7° et seulement 4°,5 après la défécation et la première filtration, arrive au bas de ce serpentin, marquant

de 9 à 10 ; il coule dans le réservoir O, d'où l'ouvrier, surveillant de la chaudière P, le fait aspirer à volonté pour le concentrer jusqu'à 25°.

Nous avons indiqué le jeu des diverses pièces de cette chaudière opérant dans le vide ; mais il nous reste à décrire un petit ajutage propre à faciliter la vérification du degré de concentration du liquide ; on voit par la fig. 60 qu'il se compose d'un tube clos en cuivre, dont la partie supérieure communique à volonté, lorsqu'on en ouvre un robinet, avec la calotte supérieure de la chaudière. Si, alors, on ouvre un second robinet, le liquide de la chaudière coulera dans le tube ; en fermant les deux robinets, le dernier mettra de plus le tube en communication avec l'air extérieur ; il ne reste donc qu'à ouvrir un robinet inférieur pour faire écouler et recevoir dans une éprouvette le liquide tiré de la chaudière, puis en observer le degré en y plongeant un aréomètre.

Ce liquide étant à 25°, on le tire de la chaudière par les moyens indiqués ; puis on le fait couler dans le réservoir Q des deuxièmes filtres Dumont ; au sortir de ceux-ci, il coule dans le réservoir S, d'où on le reprend à la fin de la journée pour terminer la cuite dans la chaudière P ; les cuites tirées dans le réservoir sont portées dans le rafraîchissoir U, puis mises dans les formes V.

La chaudière à vapeur Y met en jeu la machine X, qui communique le mouvement au laveur, chaîne sans fin, râpes, presses, et une deuxième

chaudière Y' fournit toute la vapeur utile au service des chaudières et évaporations.

Voici l'appréciation du prix de revient du sucre de betteraves, appréciation donnée par M. Dumas dans l'interrogatoire qu'il a subi au sein de la commission de la loi des sucres. Nous laisserons parler le savant professeur : Je suppose qu'il s'agit d'une usine, marchant de la manière la plus simple, râpe et laveur mus par un manége, défécation et concentration à feu nu, cuite à la vapeur, la houille coûtant 1 fr. 50 c. l'hectol., la main-d'œuvre 1 fr. 25 c. par jour, les betteraves 16 fr. par 1,000 kilog.

Ces élémens donnés, voici la décomposition des frais de production en 100,000 kilog. de sucre provenant de 2,000,000 kilog. de betteraves.

2,000,000 kilog. de betteraves		32000 fr.
Main-d'œuvre (7200 journées)		9000
Houille (5000 hectolitres)		7500
Noir animal et agens chimiques		6500
Intérêt d'un capital mort de 100000 fr., à 10 pour 100		10000
Intérêt d'un fond de roulement de 50000 fr., à 6 pour 100		3000
Frais généraux, éclairage, impôts, assurances, réparations, etc.		7500
Total		75500 fr.
A déduire : pour 50000 kilogr. de mélasse, à 3 fr. les 100 kilogr.	1500	5500 fr.
Pour 400000 kilogr. de pulpe, à 10 fr. les 100 kilogr.	4000	
Reste		70000 fr.

Ce qui fait ressortir le kilog. à 70 centimes.

Ce prix de revient peut être modifié par la différence du coût de la houille, des betteraves ou de la main-d'œuvre, suivant les localités; le reste varie peu, et les variations sont pour ainsi dire sans influence.

1° Le prix de la betterave varie de 16 à 18, 20 et 22 fr. les 100 kilog.

A 18 fr., il en résulte, pour 100,000 kilog. de sucre, une augmentation de 4,000 fr., atténuée de 800 fr. par la plus-value des pulpes; reste 3,200 fr.

A 20 fr., il en résulte une augmentation de 8000 fr., atténuée de 1600 fr. par la plus-value des pulpes; reste 6400 fr.

A 22 fr., il en résulte une augmentation de 12000 fr., atténuée de 2400 fr. par la plus-value des pulpes ; reste 9600 fr.

Le prix net se trouve donc à 16 fr. les 1000 kil. de betteraves, 70000 fr.

A 18, *id. id.*, 73200 fr.

A 20, *id. id.*, 76400 fr.

A 22, *id. id.*, 79600 fr.

Les autres élémens restant les mêmes, la variation du prix de la betterave fait donc osciller le prix de revient du sucre brut de 70 à 73, 76 ou 80 cent. le kilog.

2° Le prix de la houille peut doubler dans certaines localités, circonstances fâcheuses et sans compensation. La consommation du combustible

augmente d'un tiers dans les usines qui travaillent à la vapeur; mais dans ce cas, la main-d'œuvre éprouve une diminution qui rétablit à peu près l'équilibre. Je ne reconnais pourtant pas à l'emploi de la vapeur les avantages d'économie qu'on lui a trop facilement attribués à mon avis.

Le prix de la houille étant doublé, le coût de 100000 kilog. s'élèverait (les autres élémens restant les mêmes que dans le premier détail) à 77500 fr., et le prix d'un kilog. à près de 78 cent.

3° Le prix de la main-d'œuvre peut s'élever à 1 fr. 50 cent.; toutes choses égales d'ailleurs, les frais de production de 100000 kilog. s'élèveraient à 71800 fr., et le prix de revient du kilog. à près de 72 cent.

D'après cela, on aurait une idée assez exacte du prix maximum, en admettant les bases suivantes pour le compte de revient :

2000000 kil. de betteraves à 20 fr.	40000
Main-d'œuvre..................	10500
Houille.......................	15000
Noir et agens chimiques.........	5500
Intérêts du capital mort.........	10000
Intérêts du fonds de roulement...	3000
Frais généraux..................	7500
Total....	92500
A déduire pour pulpes et mélasses.	7100
Reste net...	85400

Le prix *maximum* du kilog. serait donc un peu au-dessus de 85 cent.

Je n'ai tenu compte jusqu'ici que de la variation du prix de la betterave, de la houille et de la main-d'œuvre; la variation du rendement a aussi une grande influence sur le prix de revient. J'ai supposé, dans les calculs précédens, un rendement uniforme de 5 pour 100, mais ce rendement varie de 4 à 6 1/2, selon les usines; ainsi, en reprenant les deux chiffres déjà posés de 70000 fr. et de 85400 pour traiter 2000000 de kilog. de betteraves, le prix de revient pourra être, suivant le rendement, modifié de la manière suivante :

1° 70000 fr. pour traiter 2000000 de kilog. de betteraves.

			Prix du kilogramme.
à 4 pour cent,	80000 kil. de sucre		0 fr. 875
5 »	100000	»	0 700
6 »	120000	»	0 585

2° 85400 fr. pour traiter 2000000 de kilog. de betteraves.

			Prix du kilogramme.
à 4 pour cent,	80000 kil. de sucre		1 fr. 067
5 »	100000	»	0 854
6 »	120000	»	0 711

Ce résumé explique, en définitive, comment certaines fabriques avortent, comment d'autres succombent, dès que la concurrence élève le prix de leurs betteraves, et comment enfin l'habileté du fabricant rachète souvent les vices de la position.

Pour une localité donnée, la betterave devrait donc diminuer quand la houille augmente, et ré-

ciproquement, quand la houille diminue, la betterave peut augmenter. A mon avis, il y aura toujours de l'inconvénient pour une usine, quand ces deux chances réunies formeront plus de 45 fr., en prenant le prix de 2000 kilog. de betteraves et celui de 500 kilog. de houille (au grand maximum), ce qui doit donner 100 kilog. de sucre.

Clément Desormes a répondu, dans la même enquête, que la moyenne du prix de revient des 100 kilog. de sucre brut de betteraves était, à son avis, de 65 fr. les 100 kilog.

Voici le tableau des escomptes, tares et usages pour les marchandises, sur la place de Paris, rédigé par les courtiers de commerce, approuvé par la chambre de commerce et le tribunal de commerce, publié le 1er juin 1837.

Sucre brut de toute espèce. *Escompte* : 5 pour 100. — *Tares* : 20 pour 100 en futailles de vin de Bordeaux sans barres ; 7 pour 100 en sac de simple toile.

— De la Martinique, Guadeloupe, Saint-Domingue, Jamaïque, Sainte-Croix, des autres Antilles, Havane, Bourbon, île Maurice. *Escompte* : 5 pour 100. — *Tares* : 17 pour 100 en barriques, 18 pour 100 en tierçons et quarts.

— De Cayenne. *Escompte* : 5 pour 100. — *Tares* : 17 pour 100. Le vendeur garantit 5 pour 100 de bon de tare sur cette sorte de sucre, et n'accorde dans ce cas aucune bonification sur les fonds, tels qu'ils soient.

Observation. — Les futailles de 400 kilog. et au-dessus sont qualifiées barriques. Elles ne peuvent avoir plus de 16 cercles à l'entour de la fu-

taille et deux à chaque bout pour soutenir le fond, l'un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur de la barrique.

Les futailles de 151 à 399 kilog. sont réputées tierçons.

Les futailles de 30 à 150 kilog. sont réputées quarts.

Elles sont à douze cercles autour, plus deux cercles à chaque fond. Toutes les barres, surcharges, plâtre sur toutes espèces de futailles, s'enlèvent avant la pesée ou s'arbitrent, et se déduisent du poids brut.

Les fonds autres que ceux en sapin et ceux qui sont taillés à la serpe sont réputés gros fonds, sont réfractionnés à 1 kilog. p. 1° pour chaque fond. Il n'est point dû de réfraction pour la vidange des sucres bruts, si cette vidange n'excède pas :

16	centimètres	dans les barriques.
11	»	dans les tierçons.
8	»	dans les quarts.

A prendre du bord de la futaille.

La tare d'usage sera bonifiée à l'acheteur en n'estimant que 27 millimètres de vidange, au-dessous des mesures indiquées ci-dessus, ce qui représente :

20 kilog. poids brut, dans les barriques de sucre Jamaïque ou de formes semblables.

16 kilog. *Id*, dans les barriques de sucre Martinique et Guadeloupe, ou de formes semblables.

12	kilogrammes	dans les tierçons.
6	»	dans les quarts.

Escompte : 5 pour 100.
par balle de 50 à 95 kilogr. en
emballage sans lien ; 6 kil.
kilogr. et au-dessus, *id.*; 3 kilogr.
kilog. en couffe de jonc, simple
kilogr. par balle de 76 kilogr. et au-
en balle se pèse par pesée de 5 à
kilogr. de trait.

Escompte : 4 pour 100. — *Tares :* 18 pour
sans autre surcharge que trois liens

Escompte : 4 pour 100. — *Tares :* 13
les barriques, et 14 pour 100 sur les
quarts.

400 kilog. et au-dessus sont
; elles peuvent être rebattues
un cercle de support pour cha-

50 à 150 kilog. sont qualifiées
à douze cercles de support pour

Escompte : 4 pour 100. — *Tares :* 26 kilogr.
au-dessous de 200 kilogr.; 13 pour 100
du poids de 200 kilogr. et au-dessus ; 14
en demi-caisse.

demi-caisses seront sans autre sur-
liens de cuir.

Escompte : 4 pour 100. — *Tare :* 17 kilog.
sans autre surcharge que trois liens d'o-

Vera-Cruz. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :*
par balle, sans autre surcharge que la corde
d'origine, un jonc intérieur et une toile de pître à

l'extérieur. — *A convenir*, en caisses d'environ 200 kil., avec une légère toile intérieure et deux liens de fer extérieurs.

e de l'Inde-Bénarès. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :* 6 kilog. en balles de 75 à 100 kilog., en double toile extérieure, plus, une légère toile de coton extérieure, sans surcharge. — 5 kilog. en balles de 50 à 75 kil., intérieure et sans surcharge; se pèse par pesée de 500 à 600 kilog., et au kilog. de trait.

Berboom. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :* 6 kilogr. par balle de 75 à 80 kil., en joncs intérieurs et en gunny.

Cochinchine. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :* 3 kil. en balles de 46 à 60 kilog., en simple jonc; 4 kilog. en balles de 61 à 80 kilog., *id.*; 1 kilog. par balle de plus, en cas de double jonc.

Batavia. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :* 13 kil. en canastres de tout poids et en panier, exempt de surcharge.

Manille. *Escompte :* 4 pour 100. — *Tare :* 3 kilog. par balle, en balles de 40 à 50 kilog., en double emballage de jonc, avec un lien de jonc; se pèse par pesée de 5 à 600 kilogr. et au kilogr.

indigène de toute espèce. *Escompte :* 5 pour 100. — *Tare nette.* On accorde 5 pour 100 de bonification de tare; — se pèse par fût ou par pesée de 5 à 600 kilog. lorsqu'ils sont en sacs, et au kilog. de trait.

en pains des raffineries de Paris. *Escompte :* 3 pour 100. — *Tare nette*, sans papier.

Observation. Les sucres destinés à l'exportation t livrés aux taux convenus entre le vendeur et heteur; mais la douane n'accorde la prime sur apier que d'après les lois et ordonnances. Dans raffineries de Paris, les futailles et emballages t à la charge de l'acheteur.

re d'autres raffineries. *Escompte :* 3 pour 100. — *Tare*

brute pour nette, tels qu'ils se comportent avec papier et feuilles pesés sur plateau. Lorsque les sucres sont en futailles, l'emballage reste à l'acheteur.

Sucre pilé. *Escompte* : 3 pour 100. — *Tare nette*, en caisses ou futailles.

— de Paris (bâtarde), dito, dito, sans papier.

— (vergeoise), dito, dito.

Noir animal. *Escompte* : 3 pour 100. — *Tare nette*. Aux 100 kilog. les sacs se rendent au vendeur.

Rhum. *Escompte* : 3 pour 100. — *Tare nette*. Au litre ou à l'hectolitre.

Sirop de mélasse des raffineries de Paris. *Escompte* : 3 pour 100. — *Tare nette*. La futaille rebattue et plâtrée est à la charge du vendeur.

VINGT-QUATRIÈME ET VINGT-CINQUIÈME LEÇONS.

RAFFINAGE DU SUCRE.

Historique. — Description des ustensiles. — Filtres Taylor. — Fonte et clarification (*anciens et nouveaux procédés*). — Première et deuxième filtration. — Cuite. — Grainage. — Emplissage des formes. — Mouvage. — Egouttage. — Lochage. — Terrage. — Clairçage. — Plamotage. — Etuvage. — Soins à donner au sucre raffiné. — Emploi du sucre raffiné. — Sucre candi. — De quelques cuites du sirop. (*Cuite à la nappe; au petit et au grand lissé; au petit et au grand perlé; au crochet; au soufflé; au petit et au grand boulé; au petit et au grand cassé.*) — Sucre d'orge. — Sucre de pomme. — Des sirops verts ou non couverts (*lumps, bâtardes, vergeoises, mélasse*). — Tableau des densités et proportions de sucre dans des solutions à 15° therm. centig.

L'art de raffiner le sucre prit naissance à Venise, ville florissante par son commerce, et qui fut le berceau de diverses industries manufacturières.

Les Vénitiens commencèrent à traiter par solution et cristallisation lente les sucres très impurs, colorés en brun par une mélasse visqueuse ; ils en obtinrent un sucre en gros cristaux, appelé *sucre candi*, que l'on connaît encore aujourd'hui sous

ce nom. Plus tard, dans les mêmes ateliers, on mit le sucre raffiné sous la forme de pains, et peu à peu ces opérations s'étendirent dans toute l'Europe.

En France, l'attrait de la consommation du sucre raffiné donna probablement lieu à l'anoblissement de la profession de raffineur, et des inscriptions séculaires témoignent encore, dans quelques anciennes raffineries, de la certitude acquise de ne point déroger en exerçant cette industrie privilégiée.

Cependant l'art resta stationnaire pendant un très long laps de temps ; il semble qu'il dut être légué de père en fils, intact comme l'honneur de la famille : du moins voici à quelles opérations il se bornait jusqu'au commencement de notre siècle, époque à laquelle les anciens et tenaces préjugés des gentilshommes raffineurs furent, avec tant d'autres aussi absurdes, peu à peu forcés dans leurs retranchemens. De toutes parts des raffineurs plus instruits firent alors assaut d'innovations entre eux.

Le raffinage est l'opération par laquelle on débarrasse le sucre de diverses substances qui le salissent et lui donnent une saveur désagréable.

Le sucre soumis au raffinage est le *sucre brut* ou *moscouade*. Voici sa composition, qui ne varie que dans les proportions : 1° sucre cristallisable; 2° sucre incristallisable ou mélasse ; 3° acide pectique ; 4° acide acétiq [illegible] développés pen-

dant la traversée, dans les sucres d'outre-mer (cette altération est la cause d'une différence marquée entre le rendement au raffinage du sucre de cannes et du sucre de betteraves; ce dernier, à poids égal, et de la même nuance, donne une plus grande quantité de sucre raffiné); 5° matière colorante; 6° plusieurs substances insolubles, telles que sels, oxides, etc.

Les diverses qualités de sucre n'ont rien de fixe, et varient non seulement dans la même contrée, mais aussi sur la même habitation ou exploitation. Nous ne pouvons rien dire à cet égard; au reste, les ventes se font sur échantillons, et l'on doit observer avec soin leur aspect; on acquiert bien vite l'expérience nécessaire pour ces sortes d'opérations commerciales. Les sucres les moins visqueux, les moins colorés, et ceux qui présentent le plus de cristaux formés, sont les meilleurs. On a indiqué divers moyens pour juger de la qualité des sucres bruts; mais nous croyons que rien à cet égard ne vaut le coup d'œil d'un homme exercé.

Avant de passer à la description des opérations du raffinage, nous allons dire en quelques mots quels sont les appareils et les instrumens nécessaires à ce travail.

Les *chaudières* dont on se servait autrefois pour le raffinage étaient en cuivre; elles pouvaient contenir 500 litres de sirop, et des hausses en cuivre les agrandissaient encore; leur fond était plat et leur forme cylindrique; elles avaient quatre pieds

et demi à cinq pieds de diamètre, et autant de hauteur.

On reconnut enfin le désavantage de ces vases énormes ; et en 1805, époque où il se fit une révolution dans le raffinage, on les remplaça par la *chaudière à bascule* de M. Guillon, dans laquelle l'opération se fait vite et bien. Nous en avons donné la description.

Tous les autres *appareils* décrits par nous dans le chapitre consacré au sucre de cannes et de betteraves peuvent servir au raffinage, et il faut même dire que presque tous ont été inventés dans ce but, et n'ont été appliqués à la fabrication des sucres que par analogie. Nous renverrons donc à ces différentes descriptions, ainsi qu'aux dessins de ces appareils. Dans l'article qui concerne chacun d'eux, on trouvera quelle est sa manœuvre, et l'on verra, d'après ce que nous en avons dit, quel parti on peut en tirer dans le raffinage.

Nous avons dit aussi ce qu'étaient les filtres Dumont.

Filtres Taylor. — Nous allons donner la description des filtres Taylor.

Ces filtres, dont les détails sont représentés dans les *figures* 61 à 64, offrent un moyen simple de multiplier les surfaces filtrantes dans une enveloppe resserrée, semblable, en cela, aux filtres plissés des laboratoires. Un sac B (*fig.* 61) de tissu pelucheux de coton, d'environ 18 pouces de large sur 5 pieds de long, est introduit et contenu

dans un fourreau A, ouvert des deux bouts, en toile forte et claire. Ce dernier, bien plus étroit (6 pouces de large), maintient le premier tout irrégulièrement plissé, comme il est indiqué en A', sans que l'on prenne aucune peine pour obtenir cet effet. Le sac et l'enveloppe, ainsi l'un dans l'autre, sont adaptés aux ajutages coniques et à bourrelet C (*fig.* 62), à l'aide d'une corde, ou, plus simplement aujourd'hui, en le passant entre les parois extérieures des ajutages et un anneau de fer D, puis serrant fortement l'anneau en le faisant baisser.

Fig. 61. Fig. 63.

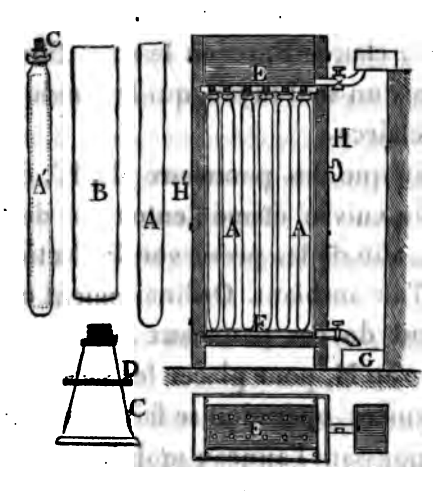


Fig. 62. Fig. 64.

On conçoit que dans cette position, le poids du sac et de son enveloppe, plus celui du sirop et du noir, lorsqu'on y verse le liquide de la clarifica-

tion, déterminent une forte pression de l'anneau contre les tissus, l'ajutage conique et son bourrelet, rendant ainsi cette jonction très solide et hermétiquement close. Tous les ajutages, au nombre de 12 sur 2 rangs ou de 18 sur trois rangées, soutiennent ainsi autant de sacs dans leurs enveloppes A (*fig.* 63); ils sont soudés au fond d'un réservoir plat en cuivre étamé E, vu en coupe dans la *figure* 65, et par dessus dans la *figure* 64, soutenu par une caisse ou coffre clos en bois doublé de cuivre mince. C'est dans ce réservoir que l'on fait couler le produit de la clarification, et le liquide est aussitôt distribué dans tous les sacs correspondans aux 12 ou 18 ajutages; un deuxième récipient à claircе F, reçoit le sirop filtré, puis le réunit dans un seul tuyau, qui le conduit au réservoir G à clairce.

On voit que des panneaux H, H', doublés de feuilles de cuivre étamé, entourent de tous côtés les filtres, afin de les préserver de l'action réfrigérante de l'air ambiant. Ordinairement on n'enlève qu'un seul de ces panneaux, celui qui forme la devanture en H, pour placer les sacs, puis les ôter. Cette dernière opération se fait en soulevant chaque sac, poussant l'anneau mobile en D, dégageant les bords des sacs, puis laissant descendre ceux-ci, afin d'aller les verser dans la chaudière où doit commencer leur lavage par l'eau.

Il ne nous reste plus à décrire que les instrumens et outils. Le plus employé de tous est sans con-

tredit le cristallisoir, que l'on nomme *forme ;* il est conique, en terre cuite non vernissée, et de différentes grandeurs. Chacune de ces dimensions a un nom, et nous allons relater ici tout ce qu'il est nécessaire d'en savoir :

Le *petit deux* a 29 centimètres de hauteur et 12 centimètres à la base (10 pouces 1/2 et 4 pouces 1/2).

Le *grand deux* a 35 centimètres de hauteur et 16 centimètres à la base (13 pouces et 6 pouces).

Le *trois* a 42 centimètres de hauteur et 20 centimètres à la base (15 pouces et 7 pouces 1/4).

Le *quatre* a 53 centimètres de hauteur et 28 centimètres à la base (19 pouces et 8 pouces).

Le *sept* a 62 centimètres de hauteur et 28 centimètres à la base (22 pouces et 10 pouces).

Les formes dans lesquelles on cristallise les lumps et les vergeoises ont 85 centimètres de hauteur sur 40 au grand diamètre (30 pouces sur 14). Le quatre et le sept sont celles que l'on emploie le plus souvent.

Ces vases doivent être en terre cuite, d'une porosité moyenne, bien dressés et polis ; ils sont percés à la pointe. On doit, aussitôt après leur arrivée, leur mettre un petit cercle de bois à 1 pouce environ de la base, et en placer encore un ou deux, suivant la longueur de la forme. On doit employer pour ces cerceaux un bois peu hygrométrique, pour ne pas les voir desserrer au moindre dessèchement. Ces cerceaux ne sont point

ordinairement attachés au moyen de liens d'osier, mais en les enlaçant et les retenant par de petits crans.

Si les formes viennent à se fêler, on les raccommode en collant sur la fêlure une bande de papier ou de toile enduite d'une couche d'un mastic composé avec du sang et de la chaux vive. Quand les formes sont vieilles et peu solides, on les enveloppe quelquefois de petites douves ou lattes que l'on nomme *bâtons de cape*. On attache ceux-ci avec un lien de fil de fer, et on les serre contre les formes par les cerceaux.

On ne peut se servir des formes neuves sans leur faire subir une opération; voici en quoi elle consiste : On verse dans de grandes cuves de l'eau dans laquelle on a délayé de la mélasse, ou mieux encore celle qui a servi à laver les écumes et dépôts. Ce liquide, abandonné à lui-même, devient visqueux et prend le nom d'*eau grasse*. On y met alors les formes que l'on a préalablement fait tremper 8 jours dans un bac rempli d'eau pure, et elles y restent 10 à 12 jours. Par leur séjour dans cette eau grasse, elles deviennent, en quelque sorte, savonneuses, ce qui leur donne la faculté de laisser le pain se détacher et glisser; cela n'arriverait pas sans cette précaution, car alors quelques portions de cristaux viendraient à se former dans les pores de la forme, et l'on ne pourrait détacher le pain qu'en la brisant.

On laisse tremper les formes dans le bassin à

eaux grasses, et on ne les en retire que la veille du jour où l'on doit les employer; en les ôtant de cette eau visqueuse, on les lave dans de l'eau claire en les frottant avec une brosse, et on les fait tremper dans cette eau jusqu'au lendemain. Les vieilles formes valent mieux que les neuves, en ce sens que le pain s'en détache mieux.

Les *pots* sur lesquels on place les formes varient de grandeur comme celles-ci : les pots pour le petit deux ont 16 cent. de hauteur (6 pouces) et tiennent 1 litre; pour le grand deux, 20 cent. (7 pouces 1/2) et contiennent 2 litres; pour le trois, 22 cent. (8 pouces) et contiennent 3 litres; pour le quatre, 28 cent. (10 pouces) et contiennent 4 litres 1/2; pour le sept, 30 cent. (11 pouces) et contiennent 5 litres; les pots pour vergeoises et lumps ont une forme peu différente des autres, et contiennent de 16 à 20 litres.

Le *bec de corbin* est un vase en cuivre rouge, porteur d'un long bec par lequel on verse le sirop, et de deux anses pour le manier.

Le *pucheux* est une grande cuillère en cuivre rouge, emmanchée en bois, avec laquelle on prend le sirop dans le rafraîchissoir pour le transvaser dans le bec de corbin. Il en est de diverses grandeurs et à manches plus ou moins longs.

Le *mouveron* est une spatule en bois de 5 pieds environ de longueur, ayant un peu la forme d'une rame. On fait la partie plate un peu longue pour avoir un meilleur service de l'instrument, cette

partie s'usant assez rapidement. Il sert à mouver ou à opaler le sucre dans les formes.

Il est encore quelques autres ustensiles, comme *brosses*, *couteaux*, *truelles*, etc.; mais ils sont connus de tous les ouvriers et n'ont rien de particulier dans leur construction.

Il faut conserver les sucres achetés à l'abri d'une chaleur vive qui développerait en eux la fermentation alcoolique, à laquelle succéderait la fermentation acide qui nuirait plus tard à la qualité ainsi qu'à la quantité de sucre obtenue. On mélange ordinairement une partie assez forte de sucre à la fois, pour obtenir une série d'opérations presque semblables, quant aux agens à employer et à la manière de les conduire.

Il faudra faire ce mélange dans une pièce dallée, dont les murs seront, à une assez grande hauteur, revêtus d'un enduit solide et inattaquable par l'eau et les substances que renferme le sucre brut.

Par ce moyen, on évitera le ferment que retiennent toujours les parois en bois, ainsi que les planchers du même genre lorsqu'on les met en contact avec les sucres.

On étale le contenu de chaque barrique en couches horizontales et successives, et l'on met à part les parties très brunes de la moscouade, et ordinairement réunies en masses, parties que celle-ci contient toutes les fois qu'elle a souffert dans sa conservation. Ces portions détournées subissent

un travail exprès, mais qui doit précéder celui des autres portions du sucre brut, pour éviter l'accroissement de son altération ; on emploie une dose plus forte de noir pour le travail de cette moscouade altérée.

Le sucre brut doit être divisé, et si l'on trouvait des parties dures et non pilées, il faudrait les écraser, pour que la fonte marchât bien également, ce qui est une grande chance de succès.

Autrefois on divisait, dans plusieurs compartimens que l'on appelait *bacs*, les diverses qualités de sucre que l'on trouvait en ouvrant les barriques. On a abandonné aujourd'hui cette pratique, et l'on se contente, comme nous venons de le dire, de faire passer les premières les parties les plus altérées ou les plus sales.

Quelques fabricans forment une combinaison de divers sucres pour le raffinage. Ainsi ils mélangent le sucre indigène avec celui des colonies. C'est l'expérience qui doit guider à cet égard.

Nous commencerons par décrire quels étaient les anciens procédés suivis dans les raffineries. On remplissait d'eau de chaux l'immense chaudière dont nous venons de parler plus haut, ayant soin, toutefois, d'en laisser à peu près le tiers de vide. Alors on y projetait le sucre brut après avoir allumé le feu. On brassait vivement le mélange, et le sucre se dissolvait. Au bout d'une heure la dissolution était assez chaude pour recevoir deux litres de sang de bœuf, que l'on y versait en remuant, pour

bien mêler le tout. On ne laissait pas bouillir le liquide et l'on éteignait le feu pour empêcher les dépôts, que le bouillonnement aurait soulevés, de se mêler avec le liquide et de le troubler. Aussitôt les matières hétérogènes lourdes se précipitaient au fond de la chaudière et les écumes remontaient; on les enlevait alors avec une écumoire et on les jetait dans un bassin. L'ouvrier examinait, après ce travail, si le sirop était limpide, ce qu'il faisait en exposant une couche mince entre ses yeux et le jour; s'il y voyait quelques substances étrangères, il remettait un litre de sang délayé dans huit ou dix fois son volume d'eau, rallumait le feu et agissait comme nous l'avons dit plus haut.

Si au contraire le sirop était limpide, on le filtrait en le versant sur une corbeille d'osier, ou quelquefois dans un coffre dont le fond était à jour, et l'un et l'autre garnis d'une étoffe épaisse en laine. Ce filtre était placé sur le réservoir à clairce au moyen de deux barres posées en travers; on l'appelait *panier à passer*. Du bassin à clairce on faisait couler le sirop dans la chaudière à cuire, d'une dimension égale à celle à clarifier, et l'on terminait la concentration en une demi-heure.

La découverte de la décoloration des sirops par le charbon amena une révolution notable dans les opérations du raffinage, et ce sont ces nouveaux procédés qui vont nous occuper. Nous décrirons d'abord la méthode la plus généralement suivie, et nous reporterons à la fin de chacun des articles

les perfectionnemens nouveaux, mais encore peu répandus.

On remplit d'eau la moitié de la chaudière et on la chauffe à 50 ou 60 degrés. On y porte alors dans des baquets le sucre à fondre, et on agite le liquide avec des spatules pour hâter la fusion. Aussitôt qu'elle est terminée, on y verse du noir fin à raison de 4 pour 100 du sucre fondu. On remue et l'on y projette du sang de bœuf, battu avec un petit balai d'osier. Aussitôt que le sirop commence à bouillir, on le verse sur un filtre Taylor.

On simplifie cette opération en disposant la chaudière à clarifier de manière à rendre facile son écoulement sur le filtre, au moyen d'un tube garni d'un robinet.

Quand on travaille des sucres très gras, il est bon d'ajouter au liquide dans lequel on les fond une eau de chaux marquant 15 degrés. D'autres fabricans traitent d'une manière différente ces sucres visqueux; ils n'emploient presque point d'eau et exposent les sucres à peine humectés à une chaleur moindre que l'ébullition; ces sucres peuvent ensuite être convertis en *lumps*; il n'entre que 8 ou 10 pour cent d'eau dans la composition des premiers fondus.

On traite aussi les sucres bruts visqueux par la pression, moyen indiqué dans la préparation des sucres bruts préparés à l'étuve.

M. Poutet de Marseille a mis à exécution un mode de purification qui lui a réussi; il consiste à étendre le sucre en couches de 8 à 10 pouces sur un dallage, à l'humecter en l'aspergeant avec un balai, à le bien mélanger ensuite et à le placer dans de grandes formes au bas desquelles on met un peu de paille.

Première et deuxième filtration. — Pendant que s'opérait la clarification, on a eu soin de préparer un filtre Taylor. A chaque nouvelle filtration on vide les sacs et on les lave ainsi que le marc, que l'on soumet à une forte pression. Le produit de ce lavage se porte dans la chaudière à clarification et sert à dissoudre le sucre brut.

Aussitôt que le liquide est arrivé dans le bassin supérieur du filtre, il passe, mais d'abord un peu trouble; on reçoit cette portion dans un seau jusqu'au moment où le sirop est devenu bien limpide, et on le laisse alors arriver dans un réservoir commun.

Après cette première filtration, on porte le sirop ou clairce sur un filtre Dumont que nous avons déjà décrit; nous croyons pourtant devoir indiquer comment l'on doit y disposer le noir en grain. On place d'abord celui-ci dans un vase dont les bords sont peu élevés, et on y verse environ le sixième de son poids d'eau; on doit ensuite remuer avec les mains pour qu'il n'existe aucun amas et que tout soit uniformément humecté. Quand on est assuré que le noir est bien au point néces-

aire d'humidité, on le place sur une toile claire qui recouvre la plaque inférieure du filtre; on le dépose en couches minces que l'on appuie bien également, et on lui donne une épaisseur totale d'environ 14 pouces. Alors on le recouvre d'une autre toile et on place la grille supérieure.

Quand le filtre est ainsi disposé, on y fait entrer le sirop, mais en petite quantité, pour chasser l'eau qui reste encore dans le noir, eau que l'on reçoit dans un seau, et dont on peut se servir ensuite pour laver le marc. Aussitôt que l'eau sort par le robinet inférieur, on remplit entièrement de clairce la partie supérieure du filtre. La filtration dure de 15 à 20 heures. Elle peut se faire à chaud comme à froid, et c'est même par ce dernier mode que l'on obtiendra les sirops les plus blancs et les meilleurs. Mais l'on ne peut pas filtrer à froid des sirops marquant plus de 30 degrés, et la température doit être d'autant plus élevée, que le sirop est plus dense.

Le noir retient, après la filtration, une assez grande quantité de sirop, dont on le débarrasse en remplissant le filtre d'eau bouillante, et diminuant la rapidité de la filtration. Quand toute l'eau bouillante a passé, on épuise le noir en y versant de l'eau froide, jusqu'à ce qu'elle s'écoule sans avoir de saveur sucrée.

Les eaux de ces lavages sont de deux sortes : les premières, c'est-à-dire les trois quarts de celles

qui s'écoulent après la mise de l'eau chaude, ne sont autre chose que du sirop, qui n'a même rien perdu de sa densité. Dans ce cas, l'eau n'a agi que comme moyen de pression. Ce sirop est reporté à la chaudière de clarification, et les autres eaux qui sont peu sucrées servent à préparer de nouveaux fondus.

Cuite. — A mesure que le sirop arrive dans le réservoir à clairce, on le verse dans la chaudière à cuire, au moyen d'une pompe ou d'un robinet, quand le réservoir est plus élevé que la chaudière.

Nous allons décrire l'opération telle qu'elle a lieu quand on se sert d'une chaudière à bascule.

L'ouvrier reçoit la clairce dans la chaudière, de façon à en avoir seulement 4 pouces de profondeur, et il la porte rapidement à l'ébullition. Si la mousse venait à se former en trop grande abondance, il projetterait, pour la faire baisser, une petite quantité de matière grasse. Ordinairement, le beurre sert à cet usage; mais on doit avoir soin de n'en point employer de rance ni de fétide.

La preuve se prend comme dans la fabrication du sucre, et l'on peut se rapporter aux détails déjà donnés. La plus ordinairement employée est celle dite au crochet, ou celle au soufflé. Il est d'une grande importance de choisir exactement le moment précis d'arrêter la cuite. De cet instant, bien ou mal saisi, dépend tout le raffinage; car si

le sirop est trop dense, il ne se purgera pas facilement, et retiendra des portions notables de sucre incristallisable, qui le saliront et lui donneront un mauvais goût. Si, au contraire, la clairce n'est pas assez concentrée, il s'en écoulera beaucoup de sirop, qui sans cela eût cristallisé, et le sucre sera très léger sous un grand volume.

Aussitôt que le raffineur reconnaît qu'il est temps d'arrêter la cuite, il fait couler le contenu de la chaudière dans le rafraîchissoir, ordinairement placé dans la pièce voisine de l'atelier des chaudières, pièce que l'on nomme *l'empli*.

Grainage. — On traite le sirop arrivé dans le rafraîchissoir, de trois manières différentes, soit qu'on veuille en faire du sucre dur, du sucre léger, ou du sucre à claircer.

Dans le premier cas, si l'on veut produire du sucre en cristaux brillans, sonore, contenant beaucoup de parties sucrées sous un petit volume, on emplira le rafraîchissoir aux deux tiers, et on laissera aux cristaux le temps de se former sur les parois du vase et sur la superficie du liquide. Quand cette cristallisation sera déjà un peu avancée, on détachera lentement les cristaux formés, et on les répartira bien également dans la masse; puis on laissera reposer et cristalliser de nouveau. On recommencera une seconde fois à remuer doucement, et à diviser les agglomérations produites par les cristaux formés, en les mélangeant entre eux.

Enfin, après avoir fait encore cette opération

une troisième fois, on versera dans les formes. Par cette méthode, on obtient de plus gros cristaux, et ce n'est que par elle que l'on fait cristalliser les sirops peu riches.

Le sucre léger est le contraire de celui dont nous venons de parler ; il est très blanc et à volume égal d'un poids plus faible que le sucre dur ; il se dissout aussi plus facilement. Pour le faire, on pousse la cuite moins loin que pour le premier, et l'on ne remplit le rafraîchissoir qu'au quart de sa contenance. Les cuites doivent être élevées à une haute température dans le moment où on les verse dans ce rafraîchissoir. Il faut, aussitôt que cette opération est terminée, opérer une agitation continue et rapide pour rendre complète l'évaporation qui n'a pas été entière dans la chaudière. Les cristaux produits par ce grainage restent plus petits, sont plus éloignés, et donnent un pain léger et spongieux. On ne peut traiter ainsi que des sucres d'une qualité au moins moyenne ; les sucres visqueux donneraient un sucre gras qui ne laisserait point s'écouler toute la mélasse, et qui ne vaudrait rien.

Les sucres à claircer demandent aussi un grainage particulier ; on les agite très peu dans le rafraîchissoir, et on ne le fait qu'avec précaution ; on les y laisse, au reste, très peu de temps. Nous parlerons plus loin de ces sucres, de leur préparation et de leurs propriétés.

Emplissage des formes. — Avant de remplir

celles-ci, on leur a fait subir quelques préparations dont nous avons déjà parlé ; il ne reste plus qu'à fermer l'ouverture percée à la pointe du cône. On le fait au moyen d'un tampon de vieux linge, et l'on appelle cette opération *taper la forme*. Quelquefois on place une cheville de bois au milieu du linge.

Quand ceci est fait, on établit, posées sur la pointe, trois rangs de formes contre le mur, en les soutenant par le moyen de vieilles formes, que l'on met sur leurs bases, en avant de celles que l'on doit remplir. On commence alors l'opération. Pendant que l'on continue à mouver dans le rafraîchissoir, un ouvrier, armé d'un pucheux, y puise et verse dans un bassin dit *bec de corbin*, placé près de lui sur une espèce de chevalet que l'on nomme *chaise*. Deux autres ouvriers saisissent ce bassin aussitôt qu'il est plein, et vont en verser le contenu dans les formes, en ayant soin de ne remplir celles-ci qu'en trois fois, pour répartir plus également les cristaux. Chacun de ces emplissages se nomme *ronde*, et l'on ne revient à la première forme qu'après avoir versé dans la dernière des trois rangs. On doit surtout avoir soin de répartir bien également les cristaux, qui, malgré l'agitation, se trouvent presque toujours au fond du rafraîchissoir.

Lorsque les formes des trois premiers rangs sont pleines, on recommence l'empli dans de nouvelles formes, que l'on place le long des premières, tou-

jours par trois rangs, et l'on agit ainsi jusqu'à ce que la pièce soit remplie partout.

Il faut mettre les formes pleines à l'abri de tout ce qui pourrait précipiter la cristallisation, qui alors ne donnerait que de très petits cristaux, noyés dans un magma d'un aspect gras, et qui constitue en quelque sorte une maladie du sucre, que l'on nomme *graissage*.

Mouvage. — Aussitôt qu'une espèce de croûte ou pellicule cristalline s'est formée à la superficie de sirop déposé dans la forme, on commence à la *mouver*, ou, comme on dit, quand on le fait pour la première fois, à *opaler*. Plusieurs ouvriers travaillent ensemble à cette opération, quoique chacun d'eux ne s'occupe que d'une seule forme; ils se servent, pour cela, d'un outil de 4 ou 5 pieds de long, que nous avons décrit, et que l'on appelle *mouveron* ou *couteau*.

L'ouvrier enfonce ce mouveron dans la forme, et en détache avec soin les cristaux attachés aux parois, ramenant au centre tout ce qu'il en trouve. Ceci fait, on laisse la cristallisation se continuer, les cristaux se rapprocher, et puis on recommence le mouvage. On mouve, dans quelques cas, jusqu'à trois fois; mais plus ordinairement, on ne le fait que deux, et même on ne mouve qu'une seule fois quand le grainage s'opère rapidement, surtout dans la fabrication du sucre léger.

Quand on a cessé d'agiter ainsi le contenu des formes, on laisse la cristallisation se continuer

pendant douze à seize heures; puis on monte les formes dans une des salles que l'on appelle *greniers aux pièces*, et qui se trouvent, en effet, placées dans les étages supérieurs de la raffinerie. Ce transport se fait à la main, ce qui est fort long, ou, mieux, au moyen d'un cable qui se trouve disposé à son extrémité, de façon à embrasser la forme sans qu'elle puisse s'échapper.

Egouttage. — A son arrivée dans le grenier aux pièces, la forme est reçue par un ouvrier, qui enlève le tampon de linge qui empêchait l'écoulement du sirop, la dépose ensuite sur un tréteau, et introduit par l'ouverture du sommet du cône une espèce d'alène que l'on nomme *prime*; il l'enfonce de 1 à 2 pouces, la retire, et place ensuite la forme sur un pot à sirop. On doit bien l'assujettir sur celui-ci en frappant sur ses bords, observant de les conserver bien horizontaux. On dispose les rangs de formes, comme dans l'empli, en commençant le long des murs latéraux. On soutient le rang qui est devant et sans appui au moyen des vieilles formes posées sur leurs bases.

Aussitôt que les cônes sont placés sur les pots, il s'écoule une grande partie du sirop qui n'est pas cristallisé; on s'en aperçoit bien vite au changement de couleur qui s'opère dans le sucre des formes; au bout de quelques heures, la pâte qui était brune perd de son intensité, devient jaunâtre, et sa nuance va toujours en se dégradant, jusqu'à ce qu'elle arrive presque au blanc. On doit,

à cette époque du travail, surveiller les pots à sirop, et les changer aussi souvent qu'il est nécessaire. Les sirops produits par cet égouttage prennent le nom de sirops *verts* ou *non couverts*.

Nous avons déjà dit, en parlant de la fabrication du sucre, qu'il était avantageux de remplacer tous ces pots, qui exigent une assez grande dépense d'entretien et de main-d'œuvre, par des gouttières en cuivre étamé, disposées sous un plancher percé de trous, dans lesquels on peut placer les pointes des formes, qui doivent correspondre exactement avec les gouttières. Chacune de celles-ci se rend dans une rigole principale, qui reçoit le jus d'un assez grand nombre de gouttières. Il est inutile de dire que la rigole doit être assez grande pour pouvoir contenir le sirop que lui apportent toutes ses tributaires. Les sirops sont reçus, au sortir des rigoles, dans un réservoir commun.

Outre l'avantage d'économie que présente ce système, on obtient encore des sirops beaucoup moins altérés, puisqu'on peut les traiter au fur et à mesure de leur écoulement, sans les laisser fermenter trois ou quatre jours, comme il arrive dans les pots. Il faut entretenir les rigoles très propres et les laver de temps en temps, surtout quand quelques parties de sirop y cristallisent. Le plancher doit être fait en poutrelles et solidement établi, pour résister au poids énorme qui pèse sur lui. Il est nécessaire de donner aux gouttières une pente suffisante pour que le sirop s'écoule facilement et

promptement. Il est des sirops trop gras pour pouvoir s'écouler par les rigoles ; on doit placer les formes qui en contiennent sur des pots.

Malgré l'augmentation de frais de première mise nécessaire pour cette organisation de raffinerie, nous conseillerons aux raffineurs de ne pas reculer devant cette dépense; ils se trouveront bientôt indemnisés par les avantages relatés ci-dessus. Il peut se trouver pourtant un obstacle invincible : nous voulons parler du système de construction de la raffinerie. Les greniers aux pièces, ainsi que toutes les salles d'une raffinerie, n'ont ordinairement que très peu de hauteur, et il deviendrait difficile d'élever le plancher de manière à placer dessous tout l'appareil de gouttières. C'est donc à chacun de juger, d'après la disposition de son bâtiment, de l'opportunité de l'établissement des rigoles.

Il est nécessaire que la température du grenier aux pièces soit assez élevée pour favoriser la fluidité du sirop. On doit l'entretenir au moins à 15 ou 18 degrés centigrades.

Lochage. — Lorsque l'on suppose que l'égouttage est parfait, on prépare le sucre à recevoir le *terrage.* Afin de s'assurer que la cristallisation est suffisante, on sort le pain de la forme. Pour cela, on prend celle-ci près de la pointe, et on la renverse en plaçant la main gauche sous la base du pain ; on a préalablement fait passer une lame de couteau entre les parois de la forme et le pain,

n'enfonçant ce couteau que de 2 à 3 pouces. Quand la forme est renversée, on la détache en frappant à petits coups ses bords sur un billot de bois.

Un son particulier annonce que le pain est sur le point de se séparer du vase ; il ne faut plus alors qu'un ou deux légers coups, et le pain est sorti.

Il est beaucoup de raffineries où l'on retourne quelques minutes la forme sur sa base avant de commencer l'opération du lochage. Autrefois, on lochait tous les pains avant le terrage; maintenant on ne le fait plus que sur un petit nombre de formes, prises dans diverses parties du grenier, et seulement pour s'assurer si les pains peuvent recevoir le terrage.

Si le pain est uni, le grain bien formé, assez solide, et déjà bien débarrassé de mélasse, on s'apprête à le terrer. Avant de lui faire subir cette opération, il faut faire ce que l'on appelle les fonds. On replace donc les pains dans leurs formes, en cherchant à leur faire occuper la même place qu'auparavant, et l'on pose les formes sur leurs pots ou dans les intervalles du plancher; ensuite on prend le sucre qui provient du lochage, auquel on ajoute de la cassonade peu colorée, si le premier ne suffit pas; on broie le tout en poudre fine, et l'on en remplit le creux qui se trouve à la base de chaque pain, ne laissant qu'un centimètre et demi ou un demi-pouce de vide au-dessous du bord de la forme. On tasse bien cette couche de sucre, que

'on unit au moyen d'une truelle appropriée à ce ravail. On se contente quelquefois de frapper ıvec la partie coudée d'un outil nommé *fer à foncer,* sur le fond du pain, et de le rendre ainsi uniformément plat.

Terrage. — Le terrage n'est autre chose qu'une filtration d'eau pure à travers le sucre contenu dans la forme, filtration ralentie par l'interposition d'une couche d'argile étendue sur la base du pain. Cette eau est destinée à repousser, en quelque sorte, le sirop qui salit le sucre et embarrasse ses cristaux. Son effet est semblable à celui, que nous avons décrit plus haut, de l'eau que l'on verse sur le filtre Dumont, pour débarrasser le noir en grain du sirop qu'il retient.

Toutes les argiles plastiques, peu ou point calcaires, et ne contenant point de sels facilement dissolubles par l'eau, ni de matières colorantes que celle-ci puisse entraîner, sont propres au terrage; leurs couleurs sont indifférentes, pourvu que ces terres réunissent les conditions que nous venons d'indiquer; elles doivent avoir une densité suffisante pour ne point laisser passer l'eau trop rapidement. Les environs de Rouen et Saumur en fournissent de très bonne. Il faut, autant qu'on le peut, la faire sécher avant de la préparer, car alors elle se divise en particules bien plus ténues, ce qui est très avantageux, et, de plus, sa formation en bouillie est beaucoup plus rapide. Il faut, pour faire tremper et préparer la terre, un bassin en

maçonnerie, revêtu à l'intérieur de planches un peu épaisses, et solidement assemblées. On l'appelle *bac*, et sa profondeur doit être de 3 ou 4 pieds. On y dépose d'abord la terre, que l'on humecte d'eau. On commence ensuite à la remuer et l'on continue en ajoutant toujours de nouvelles portions d'eau, jusqu'à ce qu'elle soit en consistance de bouillie un peu claire.

Quelques raffineurs font tremper la terre pendant une demi-journée, et ne la délayent qu'au bout de ce temps. Par quelque moyen qu'on ait opéré, il faut laisser déposer la terre et écouler le liquide qui reste à la surface. Quelquefois on donne plusieurs lavages, ce qui est nécessaire, au reste, quand la terre contient des substances étrangères, solubles, ou des corps légers que l'eau pourrait entraîner. Lorsque le dépôt est complètement formé, et que l'eau est expulsée, comme nous venons de le dire, on verse la terre dans un second bac situé près du premier, mais en lui faisant traverser un tamis ou crible en toile métallique à maille d'une ligne d'ouverture; alors on la remue fortement et on l'abandonne.

Avant de se servir de la terre, il faut faire une espèce d'essai pour juger si elle est suffisamment consistante. On en prend une portion sur une truelle et on la rejette sur la terre d'où l'on vient de la tirer. Si elle forme une élévation trop forte, on ajoute de l'eau dans le bac; si, au contraire, elle s'abaisse au niveau de la terre du bac,

on ajoute de la nouvelle terre pour épaissir. La terre qui a déjà servi ne peut s'employer seule, mais ajoute à la qualité de la nouvelle, quand on l'y mélange, à raison d'un tiers ou d'un quart.

Quand tout est disposé et que les fonds sont faits, la terre préparée est montée dans le grenier aux pièces; on en prend alors, au moyen d'une cuillère qui tient environ un demi-litre, et on la répand sur la base du pain. On donne à cette couche une épaisseur variable ; elle est plus épaisse pour les sucres de qualité inférieure, et plus mince pour ceux d'une meilleure espèce. On emploie aussi la bouillie plus claire pour les sucres fins.

Au bout de sept à huit et quelquefois de onze jours, cette couche a acquis de la consistance et forme une espèce de galette à bords recroquevillés: elle prend alors le nom d'*esquive* et doit être retirée : elle s'est desséchée et se détache facilement du sucre et des parois de la forme. Si pourtant elle adhérait encore un peu, on emploierait un couteau pour l'enlever. Quand les esquives sont ôtées, on les fait sécher complètement, on les lave pour en retirer le sucre qui pourrait s'y être attaché, on les fait détremper et on les mélange à de la terre neuve pour s'en servir de nouveau.

On doit bien ménager la chaleur des greniers, surtout pendant les premiers jours, car une température trop élevée ferait fendiller toutes les esquives et nuirait à l'opération.

Avant de passer au second terrage, on examine

quelques uns des pains de la série sur laquelle on travaille, pour savoir si le terrage marche bien et quel a été son effet. Aussitôt que les esquives ont été retirées, on brosse la base du pain pour en détacher la terre qui aurait pu y rester, on râcle cette même base avec la partie tranchante du fer à foncer, et on aplanit comme la première fois avec la truelle. Alors, on verse de la même façon une quantité égale de terre préparée, qui reste environ six à sept jours sur les pains. Après ce laps de temps, on retire les esquives et l'on examine quelques pains pour savoir si le terrage a produit tout son effet, et s'il ne faut pas le recommencer une troisième fois.

On ne pourrait indiquer quel est au juste le nombre de terrages à donner, cela varie en raison de la pureté du sucre brut : les beaux n'en demandent que deux ou trois au plus, tandis que les mauvais sucres en exigent quatre et quelquefois davantage. Les bâtardes n'en demandent que deux. Le dernier terrage ne se donne pas toujours complet. On ne verse alors sur le pain que la moitié de la terre employée ordinairement ; ce demi-terrage s'appelle *rafraîchi*.

On ne doit pas enlever les esquives, même sèches, avant le moment où l'on va les remplacer, ou bien encore plamoter le sucre. Sans cela, exposé à l'air, sans être complètement sec, le sucre fermenterait, produirait d'abord de l'alcool, qui serait remplacé par de l'acide acétique.

Nous avons dit qu'on lavait les esquives pour enlever le sucre qui s'y était attaché ; ces eaux, ainsi que celles du lavage des formes, se vendent aux distillateurs, qui en tirent de l'alcool. On pourrait aussi les faire servir aux *fondus*, mais après les avoir filtrées et le plus promptement possible, pour empêcher la fermentation.

Clairçage.—On nomme ainsi la filtration d'une eau complètement saturée de sucre, filtration que l'on opère à travers le pain placé dans la forme. Ce sirop agit comme l'eau du terrage, en pressant la mélasse qui enveloppe les cristaux et la forçant à sortir. Complètement saturé de sucre, ce sirop ne peut en dissoudre en traversant le pain, et s'égoutte lui-même, du moins en partie.

Nous avons vu que les sirops destinés à être claircés doivent cristalliser en entier dans la forme, et ne veulent point être mouvés dans les rafraîchissoirs; on doit, au contraire, les agiter le moins possible, afin que la cristallisation soit peu serrée et régulière.

Il ne faut que 18 à 20 heures au sirop pour se cristalliser dans la forme, en opérant comme nous l'avons dit ; alors on râcle la superfice des bases de chaque pain, et on la rend parfaitement plane et de niveau. Le produit de ces divers râclages sert à préparer une dissolution de sucre que l'on filtre et que l'on rapproche, de manière à obtenir 36 degrés et demi à l'aréomètre, l'air ambiant étant de 10 ou 12 degrés centigrades.

La claircé doit être aussi dense au moins que la mélasse ou le sirop qu'elle doit remplacer, et pourtant il ne faut pas que sa densité soit trop grande, car alors elle pourrait traverser le pain, ou le ferait inégalement. On doit aussi faire la clairce avec des sucres semblables à ceux qu'elle doit purger et nettoyer.

Le pain et la clairce étant préparés, on verse sur le premier environ trois kilogrammes de la seconde, si l'on travaille sur des formes contenant à peu près 35 kilogrammes de sucre cristallisé après l'égouttage. On répète cette opération trois fois en laissant entre chacune d'elles douze heures d'intervalle. On abandonne ensuite les formes pendant trois ou quatre jours, et après ce temps, le sucre est sec et peut être transporté. Le sucre claircé est d'une nuance presque entièrement blanche, et d'une conservation plus facile que le sucre brut ordinaire.

On applique souvent le clairçage dans les sucreries de cannes comme dans celles de betteraves. Il ne diffère en aucune façon de celui que nous venons de décrire. Les colonies avaient surtout un grand avantage à claircer leurs sucres bruts; ils gagnaient ainsi le fret de la mélasse, qui est presque sans valeur après le raffinage.

On terre aussi quelques sucres, tant dans les colonies que dans les sucreries indigènes. Nous dirons de ce terrage ce que nous venons de dire du clairçage, c'est-à-dire qu'il ne diffère en rien de

celui que nous avons décrit à l'article *terrage.*

Plamotage.— Ce travail précède la mise à l'étuve et s'opère ainsi : quand le sucre a reçu tous les terrages qui lui étaient nécessaires, et que l'on s'est assuré que les pains sont convenablement purifiés, on brosse leurs bases avec une brosse à longue soie et on les plamote en les couchant sur la *caisse à plamoter* que nous allons décrire.

Cette caisse est en bois de sapin, plus étroite au fond qu'à l'ouverture; elle est traversée par une barre de bois un peu courbe, pour que la forme que l'on pose dessus ne roule pas au dehors de la caisse. Celle-ci porte à gauche et à droite deux planches de 6 pouces de largeur à peu près et qui sont destinées à empêcher les morceaux de sucre, retranchés de la base du pain, d'aller tomber au dehors.

Cette caisse est établie sur des tréteaux ou mieux encore sur un bâtis auquel elle est fixée. Un ouvrier place, en la couchant sur cette caisse, une forme pleine de son pain, en ayant soin que la base se trouve sur la traverse cintrée. Alors, armé d'un couteau à lame large et arrondie, il retranche du pain toute la surface salie. Les raclures tombent dans la caisse et sont employées à faire des lumps. On sort ensuite les pains de la forme, pour connaître ceux qui auraient encore besoin d'un terrage léger ou *rafraîchi,* ensuite on les refoule et on les replace sur leurs pots.

Au bout de trois jours on les loche de nouveau

et l'on s'assure de leur consistance en essayant d'enfoncer l'ongle à quelques centimètres au-dessus de la base, puis on les place sur celle-ci en observant de le faire doucement pour que le pain ne s'échappe pas de la forme. On les relève après 24 heures et on les place encore sur la pointe dans les pots. Enfin, deux ou trois jours après, on sort le pain après avoir loché et on le reçoit sur un carré de papier. Un ouvrier le prend alors, après l'avoir recouvert d'un capuchon de papier, et le porte à l'étuve.

Ces changemens de position ont pour but de mélanger bien également l'eau que le pain peut encore retenir et de ramener au centre le peu de sirop qui n'est pas cristallisé, et cela afin de ne pas salir l'extérieur.

Etuvage. — Le but de l'étuvage est de dessécher complètement le sucre, en lui enlevant l'eau qu'il conserve après le terrage. Avant de parler du mode d'opérer, nous décrirons l'étuve.

Les *étuves* ont été pendant long-temps construites sur des principes absurdes; on supposait que la chaleur seule servait à dessécher, et que le meilleur moyen pour arriver à produire cet effet était d'émettre une grande quantité de calorique dans un lieu clos. Les vapeurs humides nuisaient dans ce cas à la dessiccation des sucres, et il eût mieux valu le laisser se dessécher à la température ordinaire, mais à l'air libre, que dans ces étouffoirs que l'on nommait étuves.

Mais maintenant que l'on connaît la nécessité de la combinaison de la chaleur avec un courant d'air, les étuves sont généralement bien établies.

Leur place dans l'établissement n'est point chose indifférente, et il faut les rapprocher autant qu'on le peut des greniers aux pièces, dans lesquels se fait le terrage, dernière opération que les pains subissent avant d'être portés à l'étuve. Celle-ci est ordinairement un bâtiment carré, ayant environ 5 mètres ou 15 pieds de côté, et construit en murs épais pour que les changemens de température de l'air extérieur ne puissent réagir au dedans.

Il règne tout autour de l'étuve des espèces de rayons de 4 pieds et demi de large et à claire-voie, construits avec des barres de chêne refendues d'un pouce et demi d'épaisseur. Elles sont assemblées sur des soliveaux qui portent d'un bout dans le mur, et de l'autre sur une poutre transversale. Sous ces barres ou tringles, se trouvent une ou deux traverses pour les soutenir. Chaque rayon ou plancher est écarté des autres de 2 pieds et demi, et l'on en place de 8 à 10 dans la hauteur de l'étuve. Il reste au milieu de ces rayons 6 pieds libres, nécessaires pour le service de l'étuve et le placement des pains de sucre.

Dans quelques raffineries, les poutres transversales sont remplacées par des solives posées debout, perpendiculairement les unes au-dessus des autres, et assemblées entre elles par des traverses. Cette méthode, qui fait porter presque tout le

poids des pains et des rayons sur le fond de l'étuve, est bonne quand les murs de celle-ci ne présentent pas une solidité suffisante. Si le contraire existait, la première disposition serait plus convenable.

Lorsque l'étuve traverse tous les greniers, ce qui est le meilleur système d'établissement, il est ouvert à chaque étage une porte qui rend facile le placement des pains de sucre sur les rayons.

On échauffe l'étuve au moyen d'un calorifère à air chaud, qui est placé au rez-de-chaussée, et que l'on chauffe du dehors pour éviter l'introduction de la fumée : la calotte du calorifère doit être surmontée d'une voûte en briques, ayant des ouvertures pour laisser passer la chaleur, et mettre cependant les pains de sucre placés dans le bas à l'abri des coups de feu qui pourraient les frapper, si le rayonnement du calorifère se faisait directement sur eux.

On se met aussi, par cette précaution, à l'abri de l'incendie et d'un accident moindre, mais qui pourtant ne manque pas de gravité; nous voulons parler de la caramélisation de quelques portions de sucre qui se détachent des pains, et peuvent, en brûlant, causer de la fumée et faire contracter une odeur désagréable au sucre et le salir en même temps.

Deux ou quatre ouvertures sont pratiquées dans la voûte de l'étuve, pour y établir la ventilation; on doit pouvoir les fermer à volonté. Le tuyau de la cheminée traverse toute l'étuve et va sortir à son

sommet; on le fait en briques minces pour ne rien perdre du calorique émis par le foyer. On apporte les pains sur des planches et on les place sur les rayons. S'il en est de plus humides les uns que les autres, on les met dans le bas de l'étuve, et les plus secs dans le haut. La chaleur doit d'abord être très douce et aller graduellement en augmentant jusqu'à la fin. Le degré le plus élevé de la température ne doit pas dépasser 50 degrés centigrades.

Au début de l'opération il se dégage une grande quantité de vapeurs, et l'on doit établir la ventilation la plus forte pour les enlever au fur et à mesure de leur production. La mise à l'étuve dure, terme moyen, huit jours.

Il est deux moyens de reconnaître que le sucre est arrivé au degré de siccité nécessaire; c'est d'abord quand l'ongle ne peut y pénétrer, et aussi lorsque le frappant avec un outil en fer, il rend un son métallique.

Il est temps alors de faire cesser la chaleur de l'étuve. On doit le faire graduellement, car si l'on retirait brusquement les pains, on nuirait beaucoup à leur solidité.

Une étuve, ayant la dimension que nous avons indiquée, peut contenir 3000 à 4000 pains.

En sortant le sucre de l'étuve on le porte dans la chambre à plier, où les pains sont posés sur une longue table couverte d'un drap tendu: on met à part les pains brisés et ceux qui ont des taches,

mais seulement après avoir enlevé les parties salies de ceux-ci.

Des ouvriers prennent ensuite ces pains et les enveloppent, ou, pour me servir de l'expression consacrée, les plient en les couvrant de papier. Le sucre est ordinairement couvert de deux papiers, un blanc-gris dans l'intérieur, et l'autre très épais, bleu ou jaune, au dehors.

On place ces deux papiers réunis sur la table, et l'on met le pain de manière que sa base soit placée sur la même ligne que deux des angles du papier. On roule alors celui-ci autour du pain, on le replie sous sa base, on relève le pain et l'on frappe sa patte sur la table.

On fait de même pour entourer la pointe d'un cornet. Il est composé de deux feuilles de papier semblables à celles qui ont servi à envelopper la base, et l'on opère de même, repliant ce qui dépasse au dessus du sommet, en appuyant la main dessus.

Il ne reste plus après cela, pour rendre le sucre prêt à être vendu, qu'à le ficeler. L'ouvrier le fait en couchant un peu le pain, passant la ficelle sous sa patte, la ramenant à la pointe, puis la reportant vers la base et la croisant à angle droit avec le premier tour, puis revenant à la pointe; alors il fait tourner plusieurs fois le pain sur lui-même, réunissant ainsi le bout qu'il a dans la main à celui qui est passé autour du pain, et enfin il engage l'extrémité

le la ficelle sous les parties de celle-ci qui enveloppent le pain.

On se sert pour enveloppes de papier de diverses épaisseurs et de couleurs variées; il en est de violet, de bleu, de jaune. Il est un poids réglé dans le tarif que nous donnerons et que les vendeurs ne doit pas dépasser.

Les pains de sucre ainsi couverts de papier, ne demandent plus qu'à être mis à l'abri de l'humidité; on les place ordinairement sur un plancher, entre des cloisons de bois, en les entremêlant de façon que la patte d'un pain soit du même côté que la pointe de celui qui le touche.

Le sucre raffiné et recouvert de papier se divise en quatre sortes : Commun, Fin, Superfin et Royal. Les trois premières espèces n'ont pas besoin d'indications plus spéciales; nous allons seulement dire en peu de mots ce que c'est que le sucre royal.

Ce sucre est plus blanc, et ses cristaux sont plus grands et mieux formés. Pour l'obtenir on le raffine deux fois; le premier raffinage ne diffère en rien de celui que nous avons décrit; mais dans le second, il est quelques soins à prendre, et nous allons les indiquer : on clarifie en employant les blancs d'œufs joints à 5 pour 100 de noir animal fin; on filtre ensuite sur le filtre Dumont, et l'on cuit rapidement. On doit peu mouver ensuite le sirop versé dans le rafraîchissoir, et le conduire dans les formes, comme nous l'avons dit en parlant du sucre léger. Les pains sont déjà blancs dans

l'empli, et le sirop qui s'en écoule pendant le terrage est à peine coloré; on le soumet pourtant deux fois au terrage, et on le plamotte trois fois. L'étuve dans laquelle on fait sécher le sucre royal doit être chauffée doucement et avec régularité.

Les cristaux du sucre royal sont d'un beau blanc un peu azurés et très serrés. On peut, depuis l'emploi du noir en grains, obtenir le sucre royal d'un premier raffinage, en ne prenant pour cela que le sirop le plus limpide qui sort du filtre pendant la première moitié de la filtration.

Quelques raffineurs ajoutent dans leur fabrication un peu d'indigo pour azurer leurs sucres et les faire paraître plus blancs. Les sucres dont les Anglais ont inondé la France en 1814 étaient fortement chargés de bleu.

De l'emploi du sucre raffiné. — Ce produit entre dans la confection d'une foule de préparations culinaires, et sert dans les pharmacies. De grandes controverses se sont élevées à diverses époques pour établir ses avantages ou ses inconvéniens. Les uns lui ont attribué des qualités très nutritives, et il a même été nommé le meilleur des alimens; on a cité des contrées où il est admis que le sucre est une cause puissante d'embonpoint; on a fait observer que les nègres des colonies qui font une consommation prodigieuse du sirop de la canne à sucre, acquièrent un grand développement de force et de graisse, malgré les travaux considérables auxquels ils se livrent; on a joint à

cet exemple celui des animaux qui mangent de la bagasse, ou des pailles trempées dans la mélasse.

Les antagonistes du sucre l'ont, au contraire, accusé de faire maigrir ceux qui en faisaient un usage trop fréquent. Nous sommes convaincus, pour notre part, que les deux partis avaient tort, et qu'ils étaient trop exclusifs.

Le sucre pris en petite quantité convient aux tempéramens lymphatiques, et accélère la digestion.

Il est quelques préparations saccharines qui sont d'un usage journalier, et que nous allons décrire.

A. *Sucre candi.*—Ce produit du sucre raffiné est généralement confectionné, du moins en France, par les confiseurs; mais comme, dans beaucoup d'autres contrées, il est fabriqué en grand, et qu'il entre dans la consommation au même prix que le sucre raffiné commun, nous croyons devoir donner ici le moyen de l'obtenir.

En Allemagne et en Flandre on en fait un grand usage, et on l'emploie à sucrer le café, le thé, etc. On s'en sert aussi dans la fabrication des vins dits de Champagne, ou vins mousseux. Le sucre candi blanc est employé pour sucrer les liqueurs fines, dans lesquelles il ne forme aucun dépôt; il a précédé dans l'usage le sucre raffiné, qui alors n'était pas connu.

On en trouve trois sortes dans le commerce : une cristallisée en beaux cristaux blancs à facettes, est dit candi blanc; le second un peu co-

loré, est nommé couleur de paille; et enfin le dernier en cristaux bruns se rapproche, pour la couleur et pour le goût, du sucre brut ou moscouade.

On emploie des qualités différentes de sucre, suivant l'espèce de sucre candi que l'on veut obtenir: ainsi, le sucre blanc raffiné sert à préparer le candi blanc; le sucre terré de Cuba et de l'Inde donne le sucre candi jaune paille; et enfin on tire le sucre candi brun de la moscouade commune.

Le sucre cristallise d'autant plus rapidement qu'il est plus raffiné; aussi les cristaux du sucre candi blanc sont-ils plus petits que ceux du sucre paille, et celui-ci affecte-t-il une cristallisation plus menue que le candi brun.

On opère la fusion du sucre comme nous l'avons indiqué pour le raffinage, et l'on clarifie avec environ 3 ou 4 pour 100 de noir animal fin; on y ajoute quelques blancs d'œufs pour aider à coaguler les écumes; quand celles-ci sont bien séparées et que les flocons paraissent bien formés, on porte sur un filtre: le plus en usage aujourd'hui est le filtre Taylor. Une nouvelle filtration sur les filtres Dumont donnerait une séparation encore plus parfaite, et l'on pourrait même obtenir, par son emploi, du sucre blanc et paille avec la moscouade. Il ne faudrait pour arriver à ce résultat que recevoir les premières filtrations à part, ainsi que les secondes; des premières on obtiendrait un sucre candi blanc, et des secondes du jaune paille.

Lorsque le sirop a été filtré convenablement,

on le verse dans la chaudière à cuire. Avant de passer plus loin, nous devons donner l'explication de quelques termes que l'on emploie dans la cuisson du sucre, et qui indiquent le degré de cuite auquel il est arrivé.

On dit que le sucre est *cuit à la nappe*, quand, pris avec l'écumoire, il s'étend sur toute la surface par un mouvement brusque qu'on lui imprime.

Si l'on plonge l'écumoire dans le sucre plus avancé dans sa cuisson et qu'en appuyant, après toutefois l'avoir porté sur l'instrument, l'index contre le pouce, on obtienne un petit filet qui se casse de suite, et laisse sur chaque doigt une petite gouttelette imperceptible, le sucre est au *petit lissé;* et si le filet s'étend d'un doigt à l'autre sans se casser, ce sera le *grand lissé.*

Si le filet était d'une consistance plus grande que dans l'essai précédent, vous auriez le *petit perlé;* et enfin si les deux doigts entièrement écartés, il ne se rompait pas, ce serait le *grand perlé.* Ce mot de *perlé* vient de ce qu'à ce degré de cuite, le sucre se développe dans la chaudière en gouttelettes plus ou moins grosses.

Ici vient se placer la preuve *au crochet*, dont nous avons parlé dans la fabrication du sucre, et qui consiste à prendre un peu de sucre au bout de l'indicateur, de poser celui-ci contre le pouce, d'écarter vivement les deux doigts, et quand le filet produit se casse en se recourbant, le sucre est dit

au crochet. On emploie aussi dans la fabrication la preuve *au soufflé*, qui consiste à prendre du sucre sur l'écumoire, à relever perpendiculairement celui-ci, et à souffler contre sa surface ; s'il s'en échappe alors de petits jets, de petites goutteletles qui crèvent ensuite, c'est le *soufflé* ou la *petite plume*.

Si, prenant presque en même temps un peu de sucre au bout du doigt, et le portant dans un vase plein d'eau, il acquiert une consistance plus ou moins grande, vous avez le sucre *au petit boulé*. Vous continuerez alors à faire bouillir le sucre et à le rapprocher davantage; si, après avoir agi comme dans la preuve au crochet, vous obtenez des jets beaucoup plus forts, beaucoup plus longs, et adhérens les uns aux autres, c'est alors ce que l'on désigne sous le nom de la *grande plume*; et si, dans le même moment, en trempant le doigt dans le sirop, et le portant dans l'eau fraîche, il reste assez de sucre pour en faire une bouteille, c'est le *grand boulé*.

Quand le sirop a pris encore plus de consistance, par l'ébullition prolongée, on mouille l'index pour le porter dans le sucre et le plonger vivement dans un vase rempli d'eau fraîche ; si, alors, le sucre qu'on a retenu casse et résiste à la dent, on a le *petit cassé* ; en répétant la même opération quelques minutes après, si le sucre casse avec bruit, se rompt facilement et ne s'attache plus aux dents, il est alors au *grand cassé*.

Si l'on continuait à maintenir sur le feu le sucre arrivé à ce degré, il passerait au *caramel*, dernier degré de cuite et qui est déjà un commencement de désorganisation. Car si, à cet instant même, on ne mettait le sucre à l'abri du feu, il se décomposerait et ne laisserait plus qu'une matière charbonneuse.

Revenons maintenant à la préparation du sucre candi. Le degré de cuite doit varier suivant les qualités des sucres employés. On cuit le sucre candi brun jusqu'au grand soufflé ou grande plume, tandis que le jaune paille ne se pousse que jusqu'au petit soufflé ou petite plume, et l'on ne doit pas amener jusqu'à ce degré le sucre blanc.

La chaudière la plus convenable pour la cuite est sans contredit celle à bascule; on pourrait aussi, si l'on opérait assez en grand, se servir de chaudières à vapeur simples. Si, enfin, ce que nous ne conseillons pas, on évaporait dans le vide, il faudrait laisser entrer l'air atmosphérique deux ou trois minutes avant de verser la clairce ou sirop.

Comme il serait trop long de puiser dans la chaudière pour remplir les cristallisoirs, il faut verser dans un rafraîchissoir. On pourrait se passer de celui-ci si l'on opérait à la vapeur.

Les cristallisoirs s'appellent, en termes usuels, *terrines*, et se font assez ordinairement en cuivre rouge et d'une forme un peu conique ou hémisphérique.

On perce, dans les parois de ces vases, un assez

grand nombre de petits trous pour que les fils que l'on y tend se couvrent de cristaux qui ne se touchent pas. Quelques confiseurs collent une petite bande de papier sur ces trous, pour empêcher le sirop d'y passer; d'autres, au contraire, laissent au sirop, ou plutôt à la cristallisation, le soin de les boucher.

Que l'on puise dans le rafraîchissoir ou dans la chaudière même, on le fait au moyen d'un pucheux, espèce de cuillère déjà décrite, et l'on emplit les terrines. Celles-ci sont déposées de suite et sans aucun retard sur les rayons de l'étuve, qui ne diffère en rien de celle des raffineurs, à cela près qu'elle est dans de moindres proportions.

Lorsque l'étuve est remplie de terrines, opération qui ne doit durer qu'un jour, on ferme avec grand soin toutes les ouvertures et l'on allume le feu dans le calorifère; la température est ensuite élevée jusqu'à 30 35 degrés centigrades, et l'on ne doit pas entrer dans l'étuve jusqu'à ce que l'on suppose la cristallisation terminée; car le courant d'air le plus faible, le choc le moins considérable, pourrait nuire à la formation des cristaux, qui dure cinq ou six jours : elle est plus rapide pour le sucre blanc que pour le sucre brun.

Pour juger de l'opportunité de l'enlèvement des terrines, on en retire une, on brise la croûte qui s'est formée à la surface du sirop, et l'on examine les cristaux; s'ils sont bien formés, on re-

tire toutes les terrines; on fait une ouverture dans la croûte de la surface, et on place les vases presque verticalement dans des crans pratiqués dans deux poutrelles horizontales. Le sirop s'écoule dans une rigole en cuivre étamé, et se rend dans un réservoir commun. Il ne s'agit plus alors que de détacher les cristaux, ce qui se fait en plongeant la terrine dans un vase rempli d'eau bouillante, ayant bien soin qu'aucune partie de cette eau ne pénètre dans l'intérieur du cristallisoir. Après cela, le sucre se détache facilement, se brise et peut être expédié ou vendu.

Les sirops d'égouttage du sucre candi se placent dans le commerce sous les désignations suivantes : le sirop de sucre candi blanc donne le sirop de gomme; celui du sucre paille, le sirop de guimauve; et le candi brun, le sirop de capillaire. S'ils ne peuvent s'employer ainsi, on les fait entrer dans la confection des lumps et vergeoises.

B. *Sucre d'orge.* — Il est deux manières de préparer ce sucre : la meilleure est de se servir d'eau d'orge pour faire fondre le sucre; nous allons la décrire.

On prépare la décoction d'orge en en faisant bouillir un kilogramme dans une quantité suffisante d'eau, et l'on continue à faire cuire jusqu'à l'instant où les grains s'ouvrent ou crèvent, si l'on peut se servir de ce terme pratique. Alors on filtre l'eau de manière à l'avoir bien pure et sans un atome du grain que l'on y a fait bouillir; on la

renverse dans une bassine et l'on y fait fondre 3 kilogrammes de sucre raffiné que l'on a préalablement réduit en poudre.

Quand la dissolution est bien opérée, on y verse, par petite quantité, un blanc d'œuf battu avec un peu de sirop. Si l'on veut donner une belle couleur au sucre d'orge, on ajoute au sirop une légère décoction de safran que l'on a eu soin de passer à travers un linge. On conduit le feu assez doucement pendant cette partie du travail; mais quand le sirop a fait sa monte et qu'il est devenu limpide, on porte le degré du liquide jusqu'à l'ébullition, et on le cuit jusqu'à ce qu'il arrive au *grand cassé,* terme dont nous avons donné l'explication plus haut.

Alors on le répand sur une table de marbre enduite d'une petite quantité d'huile d'olive, qu'il faut avoir eu soin de choisir sans rancidité ni saveur désagréable. On le coupe de suite en petites bandes assez minces et de 4 à 5 pouces de long, que l'on roule sur la même table. Voilà la seule méthode de préparer du sucre d'orge véritable, et par suite adoucissant et bienfaisant; mais nous devons dire que ce mode rationnel est rarement employé. Nous allons dire comment on opère ordinairement.

On prend de la cassonade clarifiée, ou du sucre de la Havane, ou bien encore du sucre clairce, et l'on dissout dans de l'eau pure. On filtre sur un blanchet après avoir clarifié ou non clarifié et

voir joint, dans la chaudière de fusion, un peu e safran.

On reprend le sirop filtré, on le cuit le plus raidement possible jusqu'au grand cassé, et l'on btient un sucre assez transparent, sec et cassant, uquel on donne le nom de sucre d'orge.

On aromatise quelquefois ce sucre ainsi que le ucre candi; les opérations sont les mêmes, et 'on ajoute les essences ou ce qui en tient lieu endant la cuite, et non plus tôt, parce qu'il se perdrait, par la longueur de l'opération, une partie des principes volatils qui constituent ces essences.

C. *Sucre de pommes.* Nous répéterons ici ce que nous avons déjà dit au sujet du sucre d'orge, c'est qu'il se fait beaucoup de sucre de pommes dans lequel il n'entre pas de pommes. Il se prépare, comme nous venons de le dire du sucre d'orge, sans orge, en lui donnant une nuance plus claire. On y ajoute assez ordinairement quelques gouttes d'essence de citron.

Mais quand on veut du véritable sucre de pommes, il faut couper en morceaux 25 pommes de l'espèce dite *reinette franche*, les piler et les déposer dans une bassine avec assez d'eau pour les faire tremper; on cuit ensuite jusqu'à consistance de marmolade; puis, les plaçant sur un tamis ou sous le plateau d'une petite presse, après les avoir mises dans un sac, on en exprime le jus que l'on filtre s'il n'est pas clair et limpide.

On a fait dissoudre pendant ce temps et cuire jusqu'au *petit cassé* trois fois autant de sucre raffiné. On y verse alors le jus des pommes et l'on concentre jusqu'au *grand cassé*, en agitant un peu le sirop pour l'empêcher de caraméliser et de s'attacher au fond de la chaudière.

Lorsque le sirop est arrivé au degré que nous venons d'indiquer, on le verse, comme le sucre d'orge, sur une table enduite d'une faible couche d'huile, et on le roule en bâtons ou cylindres aussitôt qu'il s'est un peu solidifié. Mais il est encore une autre préparation à lui faire subir, qui consiste à rouler les cylindres, avant leur complète siccité, dans du sucre réduit en poudre impalpable. Cette opération a pour but de masquer le jus de pomme, dont la propriété est de se combiner facilement avec l'humidité de l'air, ce qui nuirait à la conservation du sucre. Cela fait, on dépose le sucre pour le dessécher complétement dans une étuve ou dans un lieu bien sec. Il est facile de reconnaître le véritable sucre de pommes à cette croûte de sucre qui rend un peu opaque la transparence du bâton, dont l'intérieur est de la plus grande limpidité.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les diverses préparations du sucre, et nous n'avons traité de celles-ci que parce qu'elles sont l'objet d'une assez grande fabrication dans certains pays, et que leur consommation est considérable.

Des sirops verts ou non couverts, des sirops cou-

verts et d'égout. Ces sirops sont les produits de l'égouttage des sucres passés à diverses époques du raffinage. Ils donnent, après un travail spécial, les sucres mal purifiés et des sirops incristallisables que l'on nomme *mélasses*. Les sucres extraits de ces sirops portent, suivant leur degré d'épuration et le mode de leur préparation, les noms suivans : *lumps*, *bâtardes* et *vergeoises*. Nous allons consacrer un article à chacun d'eux.

A. *Lumps*. Pour obtenir ce produit, on charge la chaudière en y versant du sirop couvert ou d'égout; on y joint une quantité égale de sirop non couvert; on mélange les deux variétés de sirop en les mouvant fortement au moyen de longues spatules en bois, puis on ajoute un poids égal de sucre brut. Il faut alors ramener le sirop chaud à 30 degrés, ce que l'on fait en y ajoutant de l'eau jusqu'à ce que le degré soit atteint. On fait chauffer la chaudière, et quand la solution est bien opérée, on projette dans le sirop 4 à 5 pour cent de charbon animal réduit en poudre fine; on filtre alors, comme nous l'avons dit plus haut, d'abord sur un filtre à poches ou Taylor, ensuite sur un filtre à noir en grains ou filtre Dumont.

Des filtres, la clairce coule dans la chaudière à cuire, où l'on doit d'autant plus concentrer que le sirop contient moins de matière cristallisable. On apprête de grandes formes que l'on appelle *lumps* et qui contiennent environ 30 kilogr. de sucre; on

verse le sirop dans ces formes en suivant les procédés indiqués.

On opale une seule fois le sucre en lumps, et on le laisse reposer jusqu'au lendemain. Alors on enfonce une espèce de broche par le trou de la pointe du cône et on la fait pénétrer d'environ 6 ou 8 centimètres, ou de 3 ou 5 pouces. On place après cela la forme sur son pot. On ne pourrait pas ici se servir des gouttières dont nous avons parlé à l'article de l'égouttage, parce que les sirops trop visqueux ne s'écouleraient pas.

On fait égoutter les formes dans la purgerie, que l'on chauffe de 18 à 20 degrés Réaumur, et puis, au bout de 5 ou 6 jours, on les transporte aux greniers pour les terrer; on leur fait les fonds comme à l'ordinaire, et l'on verse sur la base de chacun des pains une couche de terre de l'épaisseur d'un pouce; la nuit suivante, par l'effet du tassement qui est considérable dans cette sorte de pain, il se forme une cavité que l'on doit remplir avec de la nouvelle terre.

Lorsque les lumps ont été terrés deux fois, opération qui demande au moins quinze jours, on les laisse refroidir pendant 24 heures, puis on les loche. On sépare alors toute la partie du pain qui n'est point décolorée et qui retient encore du sirop, et l'on fait sécher à part chacune de ces portions. La base du pain qui est blanche se nomme *lumps terré*, et se met dans le commerce enveloppée de papier

gris. L'autre sucre, qui est encore tout sale de sirop, prend le nom de *mélis*.

Les lumps qui n'ont été qu'égouttés se vendent sous le nom de *lumps verts*. Il est souvent plus avantageux de se défaire ainsi de ce produit après l'avoir séché, que de lui faire subir la dernière partie du travail, le terrage. On doit surtout le faire quand on a rapproché des sirops seuls, sans leur joindre du sucre brut. Les lumps complétement blanchis, ce que l'on peut faire par trois terrages, se nomment *pièces*. Les raffineurs de Marseille et de quelques autres villes méridionales tirent des lumps une espèce de sucre presque aussi blanc que le sucre raffiné, et qu'ils nomment *sucre tapé*.

Pour le faire, ils prennent les lumps encore verts et les divisent avec un couteau semblable à celui que l'on emploie dans les cuisines pour hacher. On remplit ensuite de ce sucre divisé de petites formes préparées, comme nous l'avons dit plus haut, et on l'y tape par couche en appuyant assez fortement.

Lorsque la solidification du pain est bien opérée, on loche et l'on porte à l'étuve; il ne faut plus après cela que les soins nécessaires au sucre raffiné.

B. *Bâtardes*. La seule différence entre ce sucre et celui dont nous venons de nous occuper, consiste dans le mode de vente, et non dans la fabrication. C'est-à-dire qu'au lieu de séparer la partie colorée de celle qui ne l'est pas, on vend le pain

tel qu'il se trouve après avoir été terré deux fois, égoutté et séché à l'étuve.

On fait aussi avec les mélis et les bâtardes un sucre en poudre qui prend le nom de terré. La seule chose à faire pour arriver à ce résultat, est de piler le sucre dans des espèces de bacs qui ressemblent aux caisses à mortier des maçons.

C. *Vergeoises*. Les vergeoises sont produites par les sirops qui se sont écoulés des lumps et des bâtardes. On rapproche ceux-ci aussitôt après leur sortie des formes, et on les graine en en recevant beaucoup de cuites dans les rafraîchissoirs; là, on les remue et on les laisse commencer à cristalliser. Il faut ensuite les porter dans de grandes formes et les abandonner à eux-mêmes, sans les opaler ni les mouver. Ils produisent une masse confuse de petits cristaux, peu ou point adhérens entre eux, qui, convenablement égouttée, prend le nom de *vergeoise*.

Si l'on voulait obtenir de plus belles vergeoises, il faudrait clarifier en suivant les procédés connus, et filtrer au noir en grain. Les vergeoises restent 20 jours à s'égoutter au milieu d'une température que l'on élève jusqu'à 40 degrés centigrades. Au bout de ce temps on loche un pain pour s'assurer s'il n'a pas plus de 4 à 5 pouces de coloré à l'extrémité; alors son égouttage est terminé, on retranche la pointe colorée, et l'on pile ce qui est blanc pour le mettre en vente.

Quand on a opéré sur des sirops provenant de

beaux sucres, on peut encore espérer une cristallisation du sirop sorti des vergeoises. Le sucre obtenu est visqueux, mais peut être mêlé aux sucres et sirops destinés à donner des lumps et bâtardes.

Il peut être quelquefois utile de terrer les vergeoises; nous allons donc indiquer les moyens d'y procéder : il faut d'abord choisir de bonnes matières, pour donner aux vergeoises un grain plus fin et plus serré. On fait bien le mélange des divers sirops, puis on les clarifie en y ajoutant 5 à 6 pour 100 de charbon animal fin, et l'on filtre successivement sur les deux filtres. Ensuite on verse plusieurs cuites dans un grand réservoir, dans lequel elles doivent commencer leur cristallisation pour l'achever dans des formes où l'on a jeté les pointes colorées des bâtardes. Les sirops doivent être laissés sans mouvage dans les formes.

Toutes les autres opérations sont semblables à celles employées pour les lumps, seulement la terre employée au terrage doit être un peu plus consistante pour laisser passer l'eau un peu moins vite.

On donne un et quelquefois deux terrages aux vergeoises. Quand on a enlevé les esquives, on rapporte les formes dans la purgerie, où elles restent encore 6 à 8 jours à égoutter à une température élevée. Après ce temps, on les laisse refroidir, on les loche et l'on sépare la pointe tachée du reste du pain qui est blanc.

On replace encore les pains nus dans la purgerie, et on leur donne 8 à 10 jours de chaleur à

25 degrés pour les rendre solides. On peut encore obtenir des vergeoises de second degré des sirops écoulés pendant la fabrication des vergeoises terrées.

Il est souvent désavantageux pour le fabricant d'exécuter toutes ces opérations qui l'entraînent à de grandes dépenses pour des produits souvent difficiles à placer. Il faut alors se contenter d'égoutter et sécher les lumps, les bâtardes et les vergeoises, au lieu de les terrer. Nous conseillerons au raffineur de consulter la position commerciale dans laquelle il se trouve et ses débouchés probables avant de se décider à terrer ses produits inférieurs.

Les appareils compliqués que nous avons décrits dans le cours de l'ouvrage, et que nous avons peu conseillés, rendent pourtant de grands services dans la préparation des sucres communs; mais il reste toujours à savoir si la dépense qu'ils entraînent peut être couverte par les bénéfices d'une fabrication meilleure et un peu plus abondante.

D. *Mélasse.* Le sirop produit par les vergeoises et le sirop que donne par l'égouttage, après sa fabrication, le sucre de cannes ainsi que celui de betteraves, ne contiennent plus ou ne doivent plus contenir de sucre cristallisable. Ils prennent alors le nom de *mélasses*. La mélasse des cannes et celle des betteraves ne sont pas identiques. La mélasse du sucre de cannes peut entrer directement dans

la consommation ; aux États-Unis elle est d'un usage général ; les enfans à Paris et dans plusieurs contrées de la France en consomment beaucoup ; les fabricans de pain d'épices en emploient dans la confection de cette préparation. La mélasse de betteraves n'est pas mangeable et ne peut être employée qu'aux usages suivans, auxquels toutefois la mélasse de cannes est également propre.

On la mélange à de la paille hachée ou bien à du son pour en nourrir le bétail et même les chevaux ; dans les colonies on remplace la paille par de la bagasse hachée.

Enfin l'usage le plus commun de la mélasse est la fabrication de l'alcool : la mélasse de betteraves donne un alcool qui ne peut servir que dans les arts, soit directement, soit à l'état de vinaigre, comme dans la fabrication de la céruse. La mélasse des sucres de cannes donne, au contraire, une excellente liqueur connue sous le nom de rhum ou tafia. La plus renommée se fait à la Jamaïque, une des Antilles possédées par l'Angleterre dans le golfe du Mexique.

Nous ne nous occuperons ici que de la fabrication des alcools tirés de la mélasse du sucre de betteraves. La mélasse donne presque autant d'alcool que le sucre cristallisé.

En effet, 100 kilogrammes de sucre candi cristallisé donnent 50 kilogrammes d'alcool absolu, ce qui fait 100 kilogrammes d'eau-de-vie à 19 degrés (ces chiffres sont théoriques). La mélasse

peut produire moitié de son poids d'alcool à 93 degrés théoriquement, et la donnée vraie et pratique n'en est pas loin, vu que 2,500 kilogrammes de mélasse donnent 1,200 litres d'alcool à 93 degrés, ce qui fait 900 d'alcool ou 1,800 d'eau-de-vie à 19 degrés de l'aréomètre de Cartier.

Nous décrirons la manière de convertir les mélasses à l'alcool en traitant de LA DISTILLERIE.

M. Payen dit, dans la *Maison Rustique* : « On a tout récemment annoncé un procédé à l'aide duquel il ne resterait plus de mélasse, et tout le sucre serait obtenu à l'état cristallisé. Ce moyen consiste à reverser dans le jus d'une opération subséquente, et avant la défécation, la première mélasse égouttée du sucre brut, puis à continuer la fabrication comme à l'ordinaire. »

On conçoit qu'il se peut faire qu'on obtienne ainsi plus de sucre, par la raison que l'on compense un excès ou un défaut de chaux d'une opération sur l'autre, et qu'on évite l'altération plus profonde qui en serait résultée dans le rapprochement de la mélasse : il y aura donc lieu d'essayer et probablement d'employer ce moyen en grand.

Mais il n'est pas moins évident que l'on ne devra y recourir qu'un petit nombre de fois, pas plus sans doute que deux ou trois, car les substances solubles, étrangères au sucre, notamment les sels, la portion de sucre altérée et rendue presque incristallisable, les matières azotées, non précipitables par la chaux, s'accumuleraient bientôt au point

de s'opposer à la cristallisation des produits du jus auquel on aurait alors mélangé cette mélasse.

Voici quelles ont été les réponses de messieurs les députés des colonies, à la commission d'enquête sur les sucres. La question avait été ainsi posée : Quelles sont les proportions et la valeur de la mélasse et du sirop? Où, et à qui les vendez-vous?

A la Guadeloupe et à la Martinique, il y a 40 pour 100 de mélasse. Une partie de la mélasse est employée à la nourriture des nègres et des animaux; une autre partie est convertie en rhum, et le reste se vend aux Américains à raison de 1 fr. le galon de 6 kilogrammes.

A Cayenne, la proportion de la mélasse est de 60 pour 100. L'emploi et la vente se font comme ci-dessus.

A Bourbon, les mélasses sont plus abondantes, parce que les sucres y sont amenés à un état de dessiccation plus grand que dans les autres colonies. On les consomme sur place ou on les distille. Ce qui excède les besoins de la consommation est jeté à la mer. Le droit est trop élevé en France, et le fret pour l'Amérique est trop cher pour qu'on puisse exporter.

Aux mêmes questions, messieurs les fabricans de sucre de betteraves ont donné des indications tellement variables, qu'il serait sans intérêt de les rappeler ici. Ils ont accusé un rendement en mélasse de 10 à 50 pour 100, et deux d'entre eux ont

reconnu qu'ils ne recueillaient point de mélasse, les reversant dans les nouveaux jus.

Nous donnons ici un tableau composé par M. Payen, qui indique la densité et la proportion de sucre des jus, sirops et eaux de lavage traités dans la fabrication du sucre (colonial et indigène) et dans le raffinage.

Tableau des densités et proportions de sucre dans des solutions à 15° centigr.

Sucre.	Eau.	Densité du mélange.	Degré B.	Volume.	Sucre dans 100 litr.	Sucre dans 100 kil.
100	50	1345,29	37	111	89,68	66,6
»	60	1332,31	33,75	121	82,64	62,5
»	70	1297,93	32	131	73,33	58,8
»	80	1281,13	30,50	140,5	71,17	55,5
»	90	1266,66	29	150	66,66	52,6
»	100	1257,86	27,25	159	62,‹8	50
»	120	1222,22	25	180	55,55	45,4
»	140	1200	22,50	200	50	41,6
»	160	1187,21	21	219	45,66	38,4
»	180	1176,47	19,50	238	42	35,7
»	200	1170,72	18,50	256,25	39	33,3
»	250	1147,54	16	305	32,5	28,5
»	350	1111,11	12,50	405	24,6	22,2
»	450	1089,10	10,25	505	19,8	18,1
»	550	1074,38	8,50	605	16,5	15,3
»	650	1063,83	7,50	705	14,18	13,3
»	750	1055,90	6,50	805	12,42	11,7
»	945	1045	5	1000	10...	9,5
»	1945	1022,05	2,50	2000	5...	4,8

VINGT-SIXIÈME, VINGT-SEPTIÈME ET VINGT-HUITIÈME LEÇONS.

FABRICATION DE LA BIÈRE.

Historique. — De l'orge. — Composition organographique et chimique. — Germination (*mouillage, trempe, germoir*). — Maltage (*dessiccation sur la touraille, choix du combustible, séparation des radicelles, mouture du malt*). — Brassage (*démêlage, vaguage, délayage*). — Cuisson de la bière. — Houblonnage (*houblon, décantation, bac à repos*). — Refroidissement de la bière (*réfrigérant de M. Nichols*). — Fermentation de la bière (*guillage, cuve Guilloire, double et petite bière, clarification ou collage de la bière*). — Théorie de la fabrication de la bière. — Diastase. — Bière blanche. — Ale. — Porter anglais; porter de garde et propre à l'expédition. — Bière de table anglaise. — Bière d'Alsace. — Bières résineuses. — Bières économiques. — Falsification de la bière. — Compte de fabrication. — De quelques perfectionnemens nouveaux.

On donne le nom de bière à une boisson très anciennement connue, puisqu'on en fait remonter l'origine à des temps fabuleux, qui fut long-temps désignée sous le nom de *cervoise* et ceux qui la préparaient sous celui de *cervoisiers*. Ces déno-

minations avaient sans doute pour étymologie le nom de Cérès, déesse des moissons ; et en effet, un produit obtenu des graines de céréales forme principalement, comme nous le verrons, la base de la fabrication de la bière.

Nous nous attacherons surtout dans ce chapitre à donner les détails techniques nécessaires pour la fabrication de la bière, en faisant connaître les parties distinctes de cette opération, et les détails théoriques nécessaires à l'intelligence de cette fabrication, relativement à la nature et aux transformations de ce principe immédiat des végétaux. Nous décrirons donc successivement ici le maltage des grains, leur brassage, la décoction du houblon, la fermentation et le collage ou clarification, puis la théorie de la fabrication.

Section Ire. — *Du Maltage.*

Le *maltage* est l'opération la plus importante de la fabrication de la bière. Elle se subdivise en 3 parties : 1° la germination, 2° la dessiccation, 3° la séparation des radicelles.

On *emploie le plus généralement* l'orge ordinaire ou *escourgeon* (*hordeum vulgare*), l'orge à 2 rangs (*hordeum distichum*), l'orge à 6 rangs (*hordeum hexastichum*) pour cette fabrication. L'égalité la plus approximative des dimensions dans tous les grains est une des conditions importantes de la régularité si essentielle dans les opérations ulté-

rieures qu'ils doivent subir, et d'ailleurs c'est en général la conséquence d'une bonne culture. On pourrait se servir d'autres graines de céréales, notamment de *blé*, de *seigle* ou d'*avoine*, de *maïs* ou de *riz*, si celles-ci n'étaient en général trop dispendieuses pour cette application.

Les brasseurs doivent éviter avec soin *le mélange*, soit de différentes variétés d'orge entre elles, soit d'une même variété récoltée sur plusieurs terrains différens, qui produiraient des irrégularités très préjudiciables dans la germination.

Les *bons grains* son durs, *pleins*, farineux et blancs à l'intérieur; mouillés pendant quelques minutes et remués, ils ne doivent pas développer d'odeur désagréable. Les plus pesans, à mesure égale, offrent une grande probabilité d'une qualité meilleure et d'un rendement plus considérable; enfin, agités et trempés dans l'eau, ils tombent presque tous au fond du liquide.

Les halles aux chaudières, aux cuves, les germoirs, emplis, etc., dans une brasserie très bien montée, doivent être dallés en pierres dures, cimentées en mastic de bitume; cette disposition est surtout utile pour les germoirs. Un pavage au ciment peut suffire relativement aux autres ateliers, mais tous doivent offrir des pentes qui amènent les eaux à des récipiens au niveau du sol, afin qu'on puisse opérer partout des lavages faciles, éviter ainsi le mauvais goût des levains acides ou

putrides qui résulteraient de l'accumulation de divers détritus.

§ Ier. — *De la germination.*

La germination des grains se divise en 5 opérations distinctes, qui consistent à mouiller, tremper et laver, étendre en couches plus ou moins épaisses, et retourner à des intervalles variables.

Le *mouillage* de l'orge a lieu dans de grandes cuves en bois ou des réservoirs en pierre. On les remplit d'eau d'abord jusques à une hauteur telle que, le grain étant ensuite versé et mélangé, il soit recouvert de quelques pouces par le liquide; tous les grains lourds tombent au fond et les plus légers surnagent. On doit enlever ces derniers avec une écumoire; car non seulement ils ne germeraient pas et donneraient très peu de principes utiles dans la fabrication de la bière, mais ils produiraient un effet nuisible. On peut les employer à la nourriture des poules.

On *laisse tremper l'orge* dans la cuve mouilloire jusqu'à ce que tous les grains, pris au hasard, plient facilement entre les doigts et ne présentent plus une sorte de noyau dur à l'intérieur, ou s'écrasent sans craquer sous la dent; ce qui a lieu plus ou moins promptement, suivant la température de l'air, la nature de l'eau et quelques autres circonstances, mais entre 10 heures au moins et 60 au plus. Il est utile de *changer* 2 ou 3 fois l'eau

dans laquelle on fait tremper le grain, soit pour enlever quelques matières dissoutes, soit pour empêcher une fermentation préjudiciable de s'établir.

Lorsque le grain a été *suffisamment imbibé*, on le *lave* encore par une dernière addition d'eau que l'on fait écouler aussitôt; afin d'enlever une matière visqueuse qui se développe surtout dans les temps chauds, on le laisse égoutter et achever son gonflement pendant 6 ou 8 heures en été, 12 à 18 heures en hiver; on le fait ensuite sortir par une large bonde pratiquée au fond de la cuve mouilloire. Il tombe sur le dallage, et on s'empresse de l'étendre d'abord en un tas de 35 à 40 cent. d'épaisseur environ.

Pendant que le grain est en tas, une partie de l'humidité s'exhale, peu à peu la température de la masse s'élève de 3 à 4 degrés, et *la germination commence*. Dans les temps de gelée il est utile de favoriser cette action en maintenant la chaleur dans le grain; à cet effet on le couvre de sacs vides ou de vieilles toiles.

Aussitôt qu'en enlevant la couche supérieure du tas on aperçoit à chaque grain *une petite protubérance blanchâtre* qui annonce le premier progrès de la germination, on empêche une augmentation trop considérable de la température en retournant tout le tas et le répandant en couches plus minces sur le dallage du germoir.

Le *germoir* doit être le plus possible à l'abri des

changemens de température; des caves sont donc très convenables pour cette destination, ou, à défaut, des celliers clos de murs épais et munis de doubles portes.

L'épaisseur de la couche de grain, d'abord très peu moindre que celle du tas, doit être de 30 cent. environ dans les temps froids, et de 25 seulement dans l'été; mais à la fin on la réduit à une épaisseur, toujours le plus égale possible, de 10 cent. au plus. On retourne le grain ainsi étendu deux ou trois fois par jour, et même plus, ce qui dépend de la température extérieure. On doit se proposer surtout de répartir la chaleur dans toute la masse aussi également que possible. Pour cela, il est bon de maintenir la couche plus épaisse près des portes et dans tous les endroits sujets à quelque refroidissement; il faut, au reste, éviter que la température ne s'élève trop, et avoir le soin d'aérer le grain d'autant plus fréquemment que la germination s'avance plus vite.

La *radicule* commence d'abord à sortir; le germe ou *plumule* qui doit former la tige se gonfle, et, partant du même bout par lequel la radicule sort immédiatement, s'avance par degrés lents sous la pellicule ou épisperme qui enveloppe le grain et gagne vers le bout opposé; les radicules acquièrent beaucoup plus de longueur et se divisent en 3, 4, 6 ou 7 radicelles ou petites racines.

Il est quelquefois *utile d'arroser* l'orge immédiatement avant de la retourner, et 2 ou 3 fois pen-

dant le cours de l'opération, lorsqu'on voit qu'il y a trop de sécheresse.

Il convient mieux *d'étendre l'orge en couches plus minces* que de la faire retourner trop fréquemment, de peur d'écraser trop de grains et d'occasionner ainsi une odeur désagréable provenant de leur altération ultérieure; dans la même vue on travaille souvent pieds nus dans les germoirs.

La *germination est à son point* dès que, dans la plupart des grains, la plumule a parcouru toute leur longueur sous l'enveloppe.

Si on laissait le grain *végéter passé le terme* que nous venons d'indiquer, la tige future deviendrait visible à l'extérieur; elle s'accroîtrait rapidement, l'intérieur du grain serait alors laiteux; bientôt les principes utiles épuisés laisseraient l'enveloppe presque complétement vide.

On peut *germer moins*, c'est-à-dire terminer l'opération avant que la plumule ou gemmule ait atteint plus des 2/3 de la longueur du grain. Cette mesure est même utile lorsqu'on doit employer exclusivement l'orge germée, car on en obtient plus de produit; mais si l'on voulait se servir de *fécule* il conviendrait de pousser la germination jusques à ce que la gemmule commençât à sortir.

Le *temps* pendant lequel l'orge doit rester étendue sur le carrelage ne peut être déterminé d'avance; mais lorsque l'opération est bien conduite,

il ne doit pas être moindre que dix jours ni plus considérable que vingt.

La *germination est beaucoup plus difficile* dans les temps chauds, et à peu près impossible en grand pendant les gelées; aussi doit-on faire son approvisionnement de malt depuis le mois d'octobre jusque dans les premiers jours de mai.

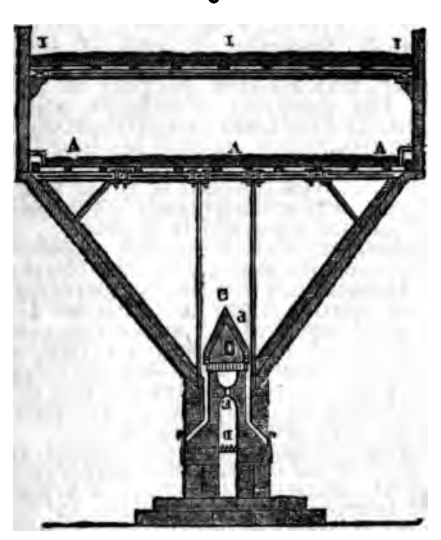
§ II. — *Dessiccation sur la touraille.*

Les brasseurs donnent le nom de *touraille* à l'appareil (*fig.* 65) à l'aide duquel ils font dessécher, et, dans quelques circonstances, torréfier le grain germé. Dès que les grains sont suffisamment aérés, au sortir du germoir, on doit arrêter toute végétation et éviter en les desséchant les altérations spontanées qu'ils éprouveraient sous l'influence prolongée de l'humidité. La plate-forme AA de la touraille est à la partie supérieure du fourneau. Elle se compose de plaques en tôle percées de trous comme une écumoire; ces trous sont assez petits pour que les grains d'orge ne puissent passer au travers, et sont très rapprochés les uns des autres.

Une *toile métallique* est de beaucoup préférable; elle exige moins de main-d'œuvre, puisqu'il faut moins retourner le malt, laisse passer et répartir plus également le courant d'air chaud, brise mieux les radicelles et brûle moins de graines.

Cette plate-forme représente la basse d'une pyramide quadrangulaire renversée, dont le sommet est tronqué par le foyer C D du fourneau. La forme elliptique de la partie intérieure de ce fourneau, au-dessus de la grille, produit l'effet utile de réverbérer la chaleur et de concourir à brûler la fumée en élevant sa température, comme la masse de briques échauffées de la voûte qui forme un réservoir constant de chaleur à la tem-


Fig. 65.



pérature de la combustion. La voûte E est surmontée d'une trémie renversée *d*, en briques, soutenue par des supports en fer ou des tasseaux en briques. Cette trémie est destinée à empêcher que les petites racines et quelques particules des grains ne tombent sur le feu et n'y produisent

de la fumée. Par cette disposition, les substances qui passent au travers de la plate-forme sont renvoyées vers des parties latérales, et recueillies dans des cavités inférieures, ménagées à cet effet.

A Paris, on *emploie comme combustible*, pour la touraille, une houille dite de Fresnes, qui ne produit presque pas de *fumée;* on pourrait aujourd'hui se servir, comme en Angleterre, du coke des fabriques de gaz-light. Dans ceux de nos départemens où le bois est à meilleur marché, on emploie de préférence le hêtre, le charme et l'orme, qui produisent une flamme légère et peu de fumée. On pourrait d'ailleurs utiliser toute espèce de combustible, même les houilles grasses ou la tourbe, en remplaçant le foyer par un *calorifère* à air chaud séparant la fumée.

Le plus généralement dans les tourailles l'air extérieur est introduit par le cendrier. Il alimente la combustion, et l'air brûlé s'échappe par les trous de la plate-forme, ou les mailles de la toile, au travers du malt qu'il dessèche.

Le *feu doit être d'abord très modéré,* de manière à élever la température du malt à 50° C. au plus, jusqu'à ce que le grain soit presque entièrement sec. Si l'on chauffe à une température plus élevée, à 80° par exemple, pendant que le grain est encore gonflé d'eau ou très humide, l'amidon se gonfle, s'hydrate et s'agglutine en formant empois, puis acquiert une dureté, une cohésion telle qu'il devient ensuite impossible de le dissoudre.

Lorsqu'en desséchant le malt on le chauffe *au point de le caraméliser*, il y a destruction de la *diastase* (principe de la saccharification de l'amidon et de la fécule), perte de la matière sucrée, et le goût du moût est moins agréable ; il vaut bien mieux employer le caramel pour colorer la bière.

Une *disposition particulière* des tourailles a été communiquée par M. Chaussenot; elle consiste dans l'addition d'une deuxième plate-forme III au-dessus de la première, et semblable à celle-ci. Les deux plates-formes sont couvertes de grains, et l'air chaud, après avoir traversé la première couche, passe encore au travers de la deuxième, et, se saturant davantage d'eau en vapeur, est mieux utilisé. Outre cette importante cause d'économie, on obtient une dessiccation plus méthodique et plus graduée. En effet, la deuxième plate-forme reçoit toujours le grain le plus humide, et sa dessiccation commence, tandis que celle de la couche inférieure finit. On risque beaucoup moins de détériorer le grain par une élévation accidentellement trop forte de température, puisque le grain le plus chauffé est celui qui contient le moins d'eau.

Pendant la dessiccation du malt, on le retourne de temps à autre, afin d'exposer toutes ses parties à l'action desséchante.

§ III. — *De la séparation des radicelles.*

Lorsque l'orge germée est suffisamment sèche

et encore chaude, on la *nettoie complétement de ses radicelles*, devenues très fragiles, en la passant dans le bluteau ou *tarare*, garni d'une toile métallique.

Il ne faut pas craindre que la quantité de ces petites racines séparées *soit une cause de perte*; elles ne contiennent ni diastase, ni amidon, ni sucre, et leur infusion ne donne qu'une eau rousse d'une saveur désagréable; toutefois, nous devons ajouter qu'en raison de leur forme et de la proportion de matière azotée que M. Payen y a observée, elles constituent un engrais capable d'alléger la terre; que, passées sous une meule encore toutes chaudes, elles se broient aisément, et peuvent alors absorber les matières fécales délayées, acquérant ainsi la qualité des plus riches engrais.

100 parties en poids d'orge employée *perdent, terme moyen*, pendant toute l'opération du maltage, 12; et si l'on ajoute l'eau que le grain contenait, et qui était de 13, la diminution totale s'élève à 25. Ainsi l'on obtient, pour 100 d'orge brute, environ 75 de malt sec.

La bonne préparation du malt se reconnaît à l'odeur agréable, la saveur sucrée, la couleur blanche intérieurement et jaunâtre à l'extérieur, au développement de la plumule, égal à la totalité de la longueur du grain, et mieux encore à son énergie sur la fécule. 100 parties en poids de celle-ci peuvent être dissoutes par 5 de bon malt dans 400 d'eau, en agitant sans cesse et entrete-

nant au bain-marie la température du mélange entre 65 et 80°.

Section II. — *Du Brassage.*

Cette opération peut être divisée en 6 périodes principales qui comprennent : 1° la mouture du malt ; 2° le démêlage et le brassage proprement dit; 3° la décoction du houblon ; 4° le refroidissement ; 5° la fermentation ; 6° la clarification ou collage.

§ Ier. — *De la mouture du malt.*

Le broyage du malt ayant pour but de le *concasser seulement,* les meules du moulin doivent être plus écartées que pour la réduction des grains en farine ; il faut donc soulever un peu l'*anille.*

On doit laisser préalablement au malt récemment préparé le temps d'absorber un peu d'humidité de l'air, environ 4 centièmes de son poids. Le grain que l'on porterait trop sec au moulin produirait beaucoup de folle farine, dont il se perdrait une plus forte proportion, et qui d'ailleurs s'opposerait à l'infiltration de l'eau dans la première trempe.

Lorsque le grain n'a pas absorbé spontanément cette quantité d'eau, on y *supplée ainsi :* on l'étend en une couche de 6 pouces d'épaisseur environ, sur laquelle on verse, à l'aide d'un arrosoir à large tête et à trous multipliés, une pluie fine ; on le

retourne de façon à mélanger le mieux possible les parties humectées et celles qui n'ont pas été atteintes par l'eau ; on le relève en tas, et au bout de trois heures il est prêt à passer au moulin.

La *mouture fine* est préférable, lorsqu'on se propose d'appliquer le malt à la saccharification de la fécule ou de la farine de grains crus, ainsi que nous le verrons, en traitant la fécule par la diastase.

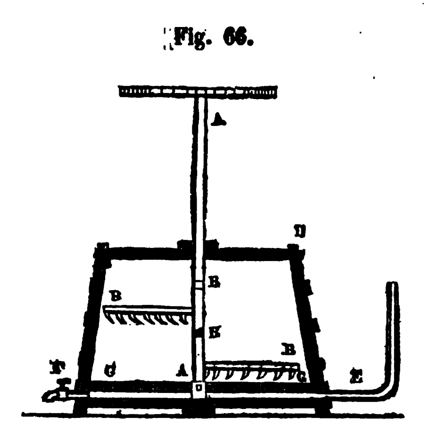
§ II. — *Du démêlage et du brassage.*

De cette dernière opération paraissent être dérivés les mots *brasseur*, *brasserie*, *brasser*, *brassin*, etc., et elle fut ainsi nommée parce qu'elle se faisait à force de bras, comme cela se pratique encore en France, en Belgique, en Allemagne, en Russie et dans quelques autres contrées.

En Angleterre, où la fabrication de la bière est plus importante que dans tout autre pays à superficie égale, la force motrice, appliquée dans toutes les opérations d'une brasserie, est produite par une machine à vapeur. Pour le *démêlage* (mashing), cette machine communique un mouvement de rotation à un axe vertical A (*fig.* 66), implanté au milieu d'une cuve couverte ; cet axe est armé de 4 bras B, qui eux-mêmes sont garnis chacun de 10 à 12 crochets en fer. Tout le malt est ainsi mis en mouvement dans une quantité suffisante d'eau pour former une bouillie claire.

Chez nous on nomme *cuve-matière* le vase dans lequel on opère le démêlage ; c'est une cuve (*fig.* 66) légèrement conique, posée sur la grande base

Fig. 66.

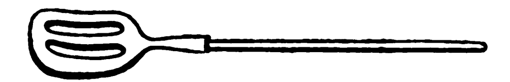


et d'environ 1 mètre 70 centimètres de profondeur. A 11 ou 12 centimètres du fond est un faux fond en bois G, percé de trous, soutenu à cette hauteur par un cercle en plusieurs parties larges (semblables à celles des jantes de roues), et qui permettent de laisser un pouce de jeu entre les douves et le faux fond pour les dilatations et retraits de ce bois, afin que son gonflement ne puisse opérer l'écartement des douves. Trois ou quatre tasseaux chevillés au-dessus du faux fond l'empêchent de remonter et de se déplacer. Pour éviter que les trous du faux fond ne s'engorgent facilement, on les fait coniques, le grand diamètre tourné vers le bas. Un couvercle en bois D, formé de planches doubles croisées et solidement barrées, peut à vo-

lonté être posé sur la cuve et doit la fermer le mieux possible.

On jette d'abord le malt moulu dans la cuve-matière; on introduit ensuite de l'eau chaude à 60° C. environ sous le faux fond par le tube E; l'eau soulève le malt, que l'on s'occupe vivement à plonger dans l'eau à l'aide de *fourquets* en fer (*fig*. 67). On

Fig. 67.



laisse le malt se pénétrer d'eau pendant une demi-heure; alors on découvre la cuve, on introduit également sous le faux fond de l'eau à 90° C., et l'on procède au *vaguage*, en brassant fortement le mélange ou *fardeau* avec des *vagues* (*fig*. 68)

Fig. 68.



portant 3 ou 4 traverses doubles en bois, afin qu'ils puissent enfoncer et soulever le grain. Le mélange doit alors être échauffé à 70°. C'est entre ces limites que la *saccharification* de l'amidon du grain peut se compléter et rendre ainsi la farine presque entièrement soluble.

Immédiatement *après le vaguage* on lave le haut

des parois intérieures de la cuve en y projetant quelques écuellées d'eau froide; on saupoudre à la superficie du mélange une couche de fine farine de malt, afin de bien concentrer la chaleur; on referme ensuite la cuve, et l'on enveloppe les joints du couvercle avec des morceaux de drap ou de laine.

On laisse le tout ainsi pendant 3 heures; on ouvre ensuite un robinet F placé entre les 2 fonds; on sépare les 1res portions troubles que l'on reverse sur le malt; tout ce qui s'écoule ensuite du liquide sucré, dit *premiers métiers,* se rend dans un réservoir placé sous le robinet, et d'une contenance d'environ 1000 litres, nommé *reverdoir;* il est porté au fur et à mesure, à l'aide d'une pompe, dans une cuve couverte, dite *bac à moût.*

On introduit dans la cuve matière *une nouvelle quantité d'eau égale à celle de la* 1re *trempe,* à la température de 80° C. environ; on brasse encore fortement. L'allégement du malt et son adhérence aux parois sont des indices d'une bonne macération; on laisse en repos, et l'on soutire au bout de 2 heures de la manière que nous l'avons dit. On porte, à l'aide de la même pompe, ces *seconds métiers* avec les premiers, et, dès que l'eau pour la dernière trempe est tirée de la chaudière, on y fait couler tout le moût des 2 premiers métiers réunis.

On *délaye une troisième fois* le mélange en ajoutant de l'eau presque bouillante; on laisse déposer pendant une heure, on soutire, et l'on porte la dis-

solution claire dans la chaudière à *petite bière*. Si le malt n'était pas suffisamment épuisé de ses substances solubles, on le lessiverait en l'arrosant avec quelques lotions d'eau bouillante, et laissant le liquide s'écouler au fur et à mesure de la filtration par le robinet.

Il ne *reste plus dans la cuve-matière* que la pellicule ligneuse qui enveloppait le grain, les débris des gemmules, une partie de l'albumine coagulée, et quelques sels insolubles et des matières légères; tout le reste est dissous.

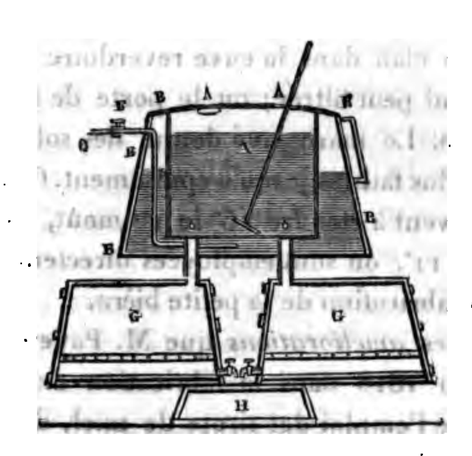
On peut, d'après les nouvelles données décrites à l'article sirop de fécule, *réduire la quantité de malt*, le remplacer par la fécule de pommes de terre ou toute autre farine féculente, et rendre le brassage plus facile, plus simple, et souvent bien plus économique. Voici comment on peut opérer.

Une chaudière (*fig.* 69), fermée d'un couvercle, laissant près de ses bords 2 ou 3 trous d'hommes A, A, A, et plongée dans une cuve B, laisse entre ses parois et celles de la cuve un intervalle d'environ 5 pouces formant le bain-marie; un tube C de 1 po. de diamètre, se bifurquant entre les 2 fonds, y amène à volonté la vapeur d'un générateur. Un indicateur indique le niveau dans le bain-marie.

Supposons que l'on traite 1,000 kilogrammes de fécule; la double enveloppe B (le bain-marie) étant remplie d'eau à moitié de sa hauteur, et la chaudière A ayant reçu 45 hectol. d'eau et 200 kilog. de bon

malt en poudre grossière, on ouvre le robinet F du tuyau C, qui amène la vapeur, et un homme agite

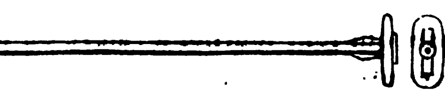
Fig. 69.



avec un râble F (*fig.* 70) le liquide de la chaudière. Un thermomètre centigrade, plongé dans ce liquide, indique la température ; dès qu'elle est arrivée à 60° au plus, on verse par un des trous A successi-



Fig. 70.



vement toute la fécule, que l'on maintient en suspension à l'aide de l'agitateur. Lorsque la température, d'abord un peu abaissée, s'est relevée graduellement de 65 à 70°, on l'entretient à ce terme jusqu'à ce que la liquidité soit complète ;

alors on pousse à 75°, puis on fait couler tout le mélange, par une large bonde O, dans une des 2 *cuves-matières* G, G ; celles-ci étant bien couvertes, la température s'y maintient aisément entre 75 et 65° pendant 5 heures. Au bout de ce temps on soutire au clair dans la cuve reverdoire H tout le liquide qui peut filtrer ; on le porte de là dans la chaudière. Le marc lavé donne des solutions de plus en plus faibles jusqu'à épuisement. Ces *petites eaux* servent à étendre à 6° le 1er moût, qui marque 10 à 11°, ou sont employées directement à 3° pour la fabrication de la petite bière.

Une des *améliorations* que M. Payen a introduites en 1816 dans la fabrication de la bière résulte de l'emploi des sirops de miel, de mélasse ou de fécule, clarifiés au charbon animal.

L'usage des sirops clarifiés dans la proportion de 1/4 à 1/5e de la substance amilacée (malt et fécule) est surtout convenable pendant les chaleurs de l'été pour les bières. Il augmente la proportion d'alcool, favorise les dépôts, et l'on parvient ainsi à éviter les résultats fâcheux des fermentations trop actives qui font tourner à l'aigre ou donnent une odeur putride. Cette méthode est encore bonne à suivre toutes les fois que les grains, de mauvaise qualité, imparfaitement maltés ou macérés sans les soins convenables, ont donné des moûts trop faibles ; dans ce dernier cas il suffit d'ajouter la quantité de sirop utile pour donner à la solution le degré aréométrique (6° Baumé pour la bière

double de Paris, et 2 1/2 à 3° pour la petite bière) qu'on aurait obtenu avec de bons grains traités convenablement.

§ III. — *De la cuisson de la bière.*

Reprenons la fabrication de la bière au moment où les trempes sont versées dans les chaudières sur le *houblon* (1), dans la proportion de 37 livres et 1/2 de ce dernier pour 27 setiers de malt, ce qui équivaut à environ 450 grammes par hectolitre, pour la bière ordinaire de Paris, et en obtenant un 2e produit en petite bière, qu'on fait couler sur le même houblon ; on ajoute encore 14 livres de houblon inférieur en qualité dans le moût destiné à la fabrication de cette bière.

On a *soin de faire plonger* le houblon avec des râbles pendant l'écoulement du moût, et durant même son ébullition, jusqu'à ce qu'il soit bien humecté.

Dès que le moût est versé, on *élève la température*, et on la soutient près de l'ébullition jusqu'à ce qu'on ait obtenu le moût de la 2e trempe ; on ajoute celui-ci au 1er, et l'on porte à l'ébullition en laissant le moins possible la vapeur se dégager, afin

(1) On doit conserver les sacs de houblon dans une chambre bien sèche et bien close ; sans cette précaution, le houblon aurait bientôt perdu une partie notable de son arôme..

d'éviter une trop forte déperdition de l'huile essentielle à laquelle le houblon doit son arôme et sa saveur spéciale.

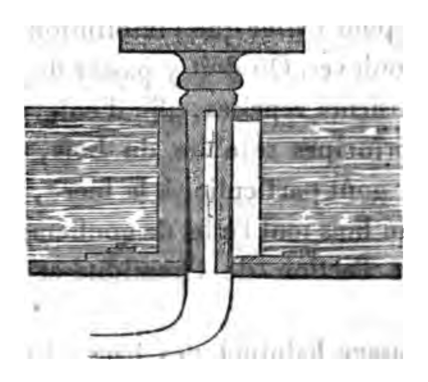
On pourrait remplacer avec de grands avantages le chauffage direct par celui dit *à la vapeur,* ou mieux encore par le procédé de circulation appliqué aux lessivages à chaud, et qu'on doit à M. Bonnemain. Il ne faut pas en effet chercher à obtenir des moûts plus forts par leur rapprochement dans la chaudière ; car cette coction prolongée décompose une partie de la substance sucrée de l'orge, fait contracter à la décoction un mauvais goût par l'altération de la matière azotée, et laisse dissiper dans l'air le principe aromatique du houblon. On voit bien d'ailleurs que toute évaporation peut être rendue inutile, puisqu'on peut toujours proportionner la quantité d'eau à la force de la bière, et obtenir les moûts directement au degré convenable.

La décoction qui doit produire la bière double est opérée, ainsi que nous l'avons dit, *après que la température a été soutenue au degré de l'ébullition pendant 3 heures* environ ; alors on ouvre un large robinet (de 8 cent.) adapté au fond de la chaudière ; le mélange de moût et de houblon est conduit à l'aide de tuyaux en cuivre dans le *bac à repos*. C'est une caisse de 18 pouces environ de profondeur, servant à laisser déposer les corps légers, et séparée en 2 capacités par un clayonnage en bois qui retient les folioles de houblon : à l'ex-

trémité où le liquide arrive seul se trouve un robinet à décanter.

Ce *robinet à décanter*, dont on voit la coupe dans la *fig.* 71, est formé d'un double tube vertical en laiton ; le tube intérieur forme la clef, et tourne à l'aide d'un bout de levier emmanché au haut de sa tête ; des ouvertures d'un pouce de hauteur, disposées en hélice autour de cette sorte de colonne, permettent de faire écouler la nappe supérieure du liquide, éclaircie par le premier temps de repos.

Fig. 71.



L'ingénieuse disposition ci-dessus est due à M. Nichols. Une autre sorte de robinet à décanter consiste dans un bourrelet circulaire, ou flotteur en fer-blanc, sous lequel un cercle en canevas métallique adhérent est attaché à un entonnoir de toile formant soufflet, et terminé par un large tube qui sort sous le bac à repos, où le robinet est adapté. Dès qu'on ouvre celui-ci, le liquide, près de sa

superficie, s'introduit par la bande de canevas métallique dans l'entonnoir, qui s'abaisse progressivement avec le flotteur suivant le niveau du moût.

On *opère la décantation* par l'un des deux moyens ci-dessus, après une à deux heures de repos. Le moût est alors à la température de 75 à 70°; il doit être refroidi davantage, et, à cet effet, on le fait écouler dans les bacs *refroidissoirs*.

Ces larges caisses plates sont construites en planches de sapin du Nord, très épaisses et solidement boulonnées. Avant de se servir de bancs neufs, il faut *étançonner* avec des pièces de bois leur fond, pour éviter que l'imbibition de l'eau ne les fasse soulever. On doit y passer de l'eau bouillante à plusieurs reprises, afin d'enlever à la surface les principes solubles du bois, qui donneraient un goût particulier à la bière, et de faire produire au bois tout l'effet de gonflement qui peut résulter de l'action de l'humidité et de la chaleur.

Dans l'usage habituel des bacs, il faut avoir le plus grand *soin de les laver et de les échauder*, de peur que le moût de bière adhérant à leurs parois ne s'y aigrisse ou ne prenne un goût putride, qui pourrait occasionner la détérioriation d'un *brassin* versé ultérieurement.

§ IV. — *Du refroidissement de la bière.*

La température du moût doit être abaissée *au*

degré convenable pour la fermentation, et ce degré varie suivant les influences de la température de l'air atmosphérique et en sens inverse. Le moût de bière doit en effet être d'autant plus *froid* que l'air extérieur est plus *chaud*, et réciproquement. On conçoit qu'on se propose ainsi de compenser les chances de refroidissement ultérieur dans les cuves à fermentation. En général, pendant les temps froids, il faut activer le plus possible la *fermentation alcoolique ;* pendant les chaleurs de l'été on doit, au contraire, s'efforcer de modérer ses progrès, pour éviter que la bière ne tourne à l'aigre. On peut d'ailleurs diminuer les chances de cette altération en augmentant la dose du houblon; c'est aussi dans ce but qu'il importe d'opérer le refroidissement le plus promptement possible. Les bacs doivent donc être exposés à un fort courant d'air ; on l'obtient à l'aide des persiennes qui les entourent ordinairement.

Rafraîchissoirs. — De quelque manière que soient disposés les bacs, ils présentent de graves inconvéniens, et les soins les plus minutieux ne peuvent quelquefois prévenir l'altération du moût houblonné qui y séjourne trop long-temps dans les chaleurs. Leur construction est d'ailleurs fort dispendieuse, soit par elle-même, soit par la solidité qu'elle nécessite dans toutes les parties de l'étage qui supporte le poids de ces vastes réservoirs et du liquide qu'ils contiennent ; enfin toute la chaleur du moût, depuis le degré de 75° à 70 cen-

tigrades jusqu'à la température de 15 à 25, utile à la fermentation, est complétement perdue.

Le *réfrigérant* de M. Nichols, qui agit sur le liquide en couches minces par évaporation et contact indirect, à l'aide d'aspersions et de courans d'eau méthodiquement dirigés, est vu monté de toutes ses pièces dans la *fig.* 72. La *fig.* 73 montre la coupe longitudinale de l'extrémité de l'appareil du côté de l'entrée de l'eau servant à rafraîchir; les *fig.* 74 et 75, la même coupe longitudinale du milieu de l'appareil au point d'assemblage des diverses parties, et la *fig.* 76, une dernière coupe longitudinale de l'extrémité du côté de l'entrée de la bière. Les mêmes lettres désignent dans ces figures les mêmes objets. Ce réfrigérant se compose de trois cylindres concentriques en cuivre étamé, de 40 pieds de long sur un diamètre qui varie de 6 pouces à 2 pieds, suivant l'importance de l'établissement. A est un premier cylindre qui est vide et sert seulement à diminuer, par l'espace qu'il occupe, l'emploi d'un trop grand volume d'eau. Le second cylindre B, qui enveloppe le précédent, porte des cannelures longitudinales peu profondes; c'est entre ces deux cylindres que passe l'eau destinée à rafraîchir. Le tube extérieur C entoure le cylindre cannelé B, et c'est l'espace compris entre ces deux cylindres qui donne passage à une mince couche de bière qui se trouve divisée par les cannelures, et par conséquent plus apte à recevoir l'effet du liquide réfrigérant. Ce cylindre C est re-

rert d'une chemise de toile continuellement illée par l'eau, passant par un tube E, perforé rous comme une pomme d'arrosoir. Afin de

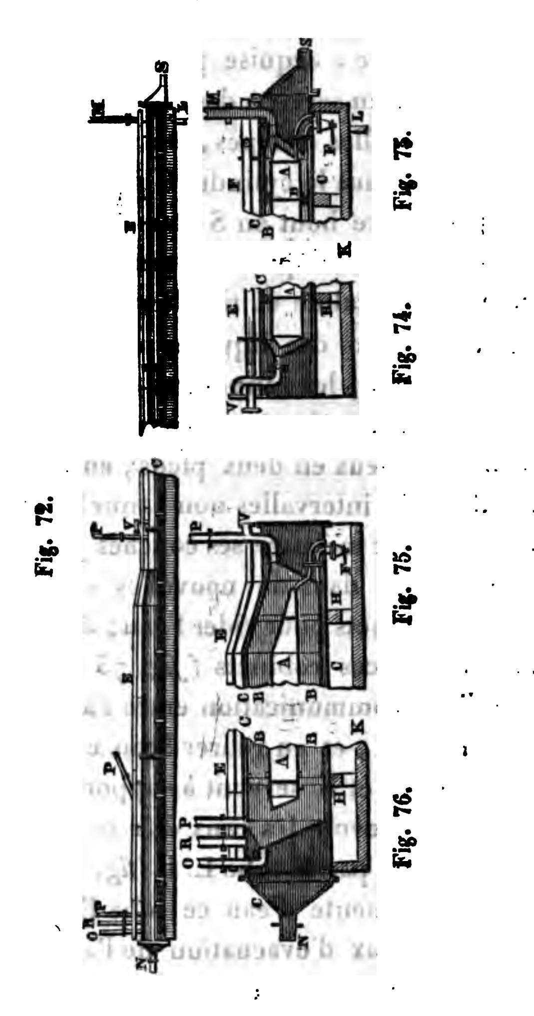


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76.

er l'eau et la bière à échanger leur tempéra-, ces deux liquides marchent dans une direc-

tion opposée. L'eau froide entre par le tuyau M, placé à l'extrémité inférieure, et ressort par le tube vertical O, qui la conduit dans les chaudières ou un réservoir, en profitant ainsi de la température de 35°, qu'elle a acquise par son contact avec la bière, pour s'en servir à des lavages à l'eau chaude ou à de nouvelles trempes, etc. La bière, au contraire, entre dans le cylindre C par le tube N, et se rend par l'autre bout en S dans la cuve guilloire, refroidie à 15°, température convenable pour une fermentation calme et régulière. De plus, pour que la direction des liquides ne fût pas constamment uniforme, les cannelures du cylindre B sont disposées de manière à se trouver opposées l'une à l'autre de deux en deux pieds, en laissant entre elles de petits intervalles non cannelés où le moût s'accumule et mélange ses couches pour se distribuer ensuite dans de nouvelles cannelures. FF sont des robinets pour vider l'eau ; des tubes qu'on voit près de ces robinets (*fig.* 73 et 75) servent à établir la communication entre l'air extérieur et le cylindre A, et en retirer l'eau en cas de fuite. Des auges H et K servent à supporter le réfrigérant, et à recevoir les eaux d'arrosage du tube E, qu'on évacue par le tube L. P (*fig.* 72) est le conduit qui alimente d'eau ce tube E; P (*fig.* 75 et 76) des tuyaux d'évacuation de l'air de l'eau; R un tuyau semblable pour évacuer l'air de la bière; une grille en toile métallique placée en avant (*fig.* 76) dans le tube extérieur est destinée à empê-

cher que le passage de la bière se trouve obstrué. Le réfrigérant tout monté est raccordé au moyen de vis et de collets d'assemblage; il peut être démonté et nettoyé en une seule journée par deux ouvriers de la brasserie. Il coûte moins que les bacs, dure plus long-temps, exige moins de réparations, et économise le local. Suivant M. Nichols, 1 hectol. et 1|2 d'eau à 10° suffit pour refroidir un hectol. de moût à 15°. Quant à l'eau appliquée extérieurement, sa quantité est environ le quart de celle employée à ce refroidissement.

Ces réfrigérans étant placés dans une position inclinée, on fait communiquer la partie haute en N avec le bac à repos ; la bière passe entre les cylindres et transmet promptement, au travers du métal même, sa chaleur à l'eau qui l'enveloppe de toutes parts. En descendant entre les enveloppes, le moût perd de plus en plus de sa chaleur, et, arrivé à la partie inférieure du réfrigérant, le liquide est à la température convenable, et coule immédiatement dans la cuve *guilloire*.

La température du moût au moment d'être mis en levain *diffère aussi dans les différentes sortes de bière*. Pour les bières *fortes* et de *garde*, on veut que la fermentation s'opère lentement; la température pendant la fermentation doit donc être plus basse; si l'on se propose de préparer une bière potable au bout de quelques jours, comme la bière de Paris, il faut activer la fermentation, et cela, afin que la température des moûts de diver-

ses bières varie pendant les différentes saisons au thermomètre Réaumur. Le tableau suivant indique ces relations.

MOIS.	A LONDRES.			A PARIS.	
	Ale.	Porter.	Table beer (1).	Bière double.	Petite bière.
Janvier et février......	15	14	19	21	20
Mars et avril	12	13	17	20	19
Mai et juin...........	11	12	16	18	17
Juillet et août	La plus basse possible (2).		15	15	14
Septembre et octobre..	13	15	17	19	18
Novembre et décembre.	14	16	18	20	19

§ V. — *De la fermentation de la bière.*

Lorsque le moût de bière est dans la cuve guilloire, on y *ajoute la levure* (et le caramel, si la décoction n'est pas assez colorée), et l'on agite fortement. Quelque temps après on aperçoit une écume blanchâtre et légère s'élever à la superficie du li-

(1) Bière de table.

(2) La température de l'air dans cette saison étant toujours plus élevée que ne devrait l'être celle du moût de ces bières, on peut profiter de la fraîcheur des nuits pour l'abaisser le plus possible. On parvient sans peine au même résultat, pendant la journée, au moyen du nouveau système de réfrigérans, et en se servant d'eau tirée immédiatement des puits.

quide; on entend pétiller le gaz acide carbonique. La mousse augmente de volume et s'élève quelquefois d'un pied au-dessus du liquide; bientôt elle devient plus épaisse, jaunâtre, semblable à la levure : c'est en effet cette substance elle-même qui, sécrétée dans le milieu du liquide en fermentation, est entraînée à la surface par les bulles d'acide carbonique; elle amène diverses matières insolubles qui étaient tenues en suspension dans le moût de bière.

On avait autrefois l'habitude de *faire replonger dans le liquide l'écume de levure*, et l'on soulevait le dépôt avec un râble ou *mouveron*, une ou deux fois chaque jour, pour activer la fermentation; on appelait cela *battre la guilloire*; mais comme cette opération refroidit le moût, rend la bière trouble et difficile à clarifier, il est préférable de l'éviter en mettant d'abord une plus grande quantité de levure.

Dans la préparation des fortes bières, et surtout pendant les chaleurs, on ajoute une *certaine quantité de sel marin* au moût en fermentation, afin de prévenir l'altération de la matière animale qui développerait un goût désagréable et ferait aigrir la bière.

On applique avec succès, depuis quelques années, un *couvercle garni de nattes en paille* sur la cuve guilloire; on enlève à volonté une partie mobile de ce couvercle en bois, avec une corde passant sur une poulie et tirée à l'aide d'un mou-

linet. Les avantages de cette disposition sont, 1° d'éviter l'altération spontanée, acide ou putride, qui, dans les cuves ouvertes, résulte surtout de l'accès libre de l'air à la superficie de l'écume, et laisse un mauvais goût à la bière ; 2° de rendre la fermentation plus régulière en maintenant la température plus égale.

Les moûts des différentes espèces de bières exigent des *quantités différentes de levure* pour leur fermentation, suivant la température de l'atmosphère.

On emploie communément les *proportions suivantes* (en poids) de levure pour exciter la fermentation dans la cuve guilloire.

	A LONDRES.			A PARIS.	
	Small beer (1).	Strong beer (2).	Ale (3).	Petite bière.	Bière double.
Hiver	0,0020	0,0018	0,0015	0,0025	0,0035
Printemps et automne	0,0015	0,0012	0,0010	0,0022	0,0030
Eté.	0,0010	0,0010	0,0005	0,0018	0,0020

Lorsque la fermentation de la bière est suffisamment avancée dans la cuve guilloire, on *la soutire*. Cette opération, pour les bières légères, n'exige

(1) Petite bière et bière faible de table, qu'on boit promptement.

(2) Bière forte, brune ou pâle, faite ordinairement avant la petite bière.

(3) Bière douce de garde.

aucun soin; quelquefois on trouble tout le liquide à dessein, afin de ménager une plus forte fermentation pendant le *guillage*. Quant aux bières fortes, qui présentent des difficultés pour être bien limpides, on les tire au clair avec précaution; on sépare les premières portions et les dernières, qui ordinairement sont troubles, pour les faire déposer et repasser dans une fermentation suivante. Les bières de garde doivent être soutirées dans de grands tonneaux de 4 à 5 hectolitres. On laisse la bonde couverte d'un linge, afin que, pendant le temps que la fermentation dure, le gaz acide carbonique produit puisse se dégager sans pression (1). On remplit de temps à autre le vide occasionné dans les barils par ce dégagement, avec de la bonne bière forte, etc.

Cette opération se pratique dans nos brasseries pour les bières légères, que nous nommons *bière double* et *petite bière*, de la manière suivante. On soutire tout le liquide fermenté de la cuve guilloire dans des quarts d'une capacité égale à 75 litres; leur bonde est très large (de 7 à 9 centim.), afin qu'elle livre à l'écume, qui continue à se former, un passage facile. Tous ces petits barils sont rangés côte à côte sur les traverses d'un bâtis en bois, à une hauteur telle qu'on puisse aisément

(1) On obtiendrait mieux l'effet utile à l'aide de l'une des bondes hydrauliques que nous décrirons à propos des *vins*.

poisson; on la prépare de la manière suivante. D'abord on l'écrase sous le marteau afin de rompre les fibres et de favoriser ainsi l'action de l'eau sur cette substance organisée; on la met tremper dans l'eau fraîche pendant 12 à 24 heures, en renouvelant l'eau plusieurs fois (2 fois en hiver et 5 fois en été); on malaxe ensuite fortement la colle de poisson entre les doigts et dans 10 fois son poids de bière faite; on passe au travers d'un linge la gelée transparente qui en résulte; on rince le linge dans une petite quantité de bière qu'on verse ensuite dans la première *dissolution* gélatineuse; on y ajoute un vingtième en volume d'eau-de-vie commune, ou esprit étendu à 20°, et l'on conserve cette préparation en bouteilles, dans la cave, pendant 15 jours en été, ou un mois en hiver, pour s'en servir au besoin.

Lorsqu'on veut *opérer la clarification*, on mêle cette colle avec une fois son volume de bière ordinaire; on la bat bien, et on la verse dans les barils; on agite fortement pendant une minute la bière qu'ils contiennent à l'aide d'un bâton; celui-ci est fendu en quatre par le bout qui plonge dans le liquide. On laisse ensuite déposer pendant 2 ou 3 jours, au bout desquels on tire en bouteilles.

La *proportion de colle* préparée est de 3 décilitres par quart, ou de 4 décilitres par hectolitre de bière de table; il en faut quelquefois le double de cette quantité pour la bière forte. La clarifica-

tion que la colle de poisson opère dans la bière n'était pas expliquée avant la théorie que M. Payen en a donnée et qu'il est utile aux brasseurs de connaître.

La bière est mise dans des bouteilles que l'on tient couchées si l'on veut qu'elle mousse ; cet effet tient à ce que le bouchon constamment en contact avec le liquide, reste gonflé et ferme plus hermétiquement ; pour éviter la rupture des bouteilles, on les laisse couchées pendant 24 heures seulement, après quoi on les tient debout.

On peut conserver la bière forte dans des foudres complètement remplis, et l'y laisser même sur la lie pendant l'hiver; mais dans ce cas il convient de la soutirer à la fin de mars, pour éviter qu'un nouveau mouvement de fermentation, excité par le dépôt de la levure, ne la trouble et n'y détermine le développement de l'acide acétique, qui est bientôt suivi d'un goût putride.

Si l'on veut tirer la bière au tonneau, de quelque dimension qu'il soit, on ne doit pas mettre plus de 8 jours à consommer la totalité. Lorsque la quantité est trop grande, il est nécessaire de la diviser en barils de moindre dimension, complètement remplis, et entamés successivement.

La bière bien préparée se conserve en généra d'autant plus long-temps qu'elle est plus forte, c'est-à-dire que la proportion du houblon employée est plus considérable, et que l'alcool produit par la fermentation est en plus grande pro-

portion. Cependant on peut préparer une bière légère qui se conserve très bien en employant avec le moût d'orge une quantité suffisante (2 tiers environ de matière sucrée) de mélasse ou de sirop de pommes de terre bien dépurées. Ces bières bien préparées contiennent très peu de *mucilage*; mais aussi leur goût diffère un peu de celui des autres; elles sont moins douces et coulent sans humecter de la même manière la membrane muqueuse; aussi dit-on qu'elles sont *sèches* et *n'ont pas de bouche*.

Il paraît que l'usage consacré en Flandre de faire dissoudre par une longue ébullition des pieds de veau dans le moût de bière rend cette boisson plus susceptible de produire une mousse persistante plus onctueuse au palais; on conçoit que ces effets doivent résulter de la solution gélatineuse produite par la peau et les tendons de ces pieds ainsi traités.

Section III. — *Théorie de la fabrication de la bière.*

Voici en résumé la théorie actuelle de la fabrication et de la composition de la bière.

La germination développe dans le grain la diastase; celle-ci réagit sur l'amidon, sépare les corps étrangers et produit en dissolvant l'amidone, de la dextrine et du sucre qui passerait dans la tige, si on laissait continuer la végétation. Une grande partie

de l'amidon (probablement 66 ou 70 centièmes) n'a pas éprouvé cette conversion en dextrine sucrée, mais se trouve en présence d'une quantité de diastase (1) bien plus que suffisante pour opérer cet effet. Si donc on réunit les circonstances favo-

(1) La *diastase* est solide, blanche, amorphe, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau et l'alcool faible; sa solution aqueuse est neutre et sans saveur marquée; elle n'est point précipitée par le sous-acétate de plomb; abandonnée à elle-même, elle s'altère plus ou moins vite, suivant la température atmosphérique, et devient acide. Cette altération, importante en ce qu'elle ôte à la diastase sa plus remarquable propriété, a lieu, quoique lentement, même dans les substances conservées sèches. Ainsi donc on ne doit pas préparer trop long-temps d'avance l'orge germée ou le malt; il convient surtout de n'en pas conserver d'une année sur l'autre. Chauffée de 65 à 75° avec de la fécule et une proportion d'eau suffisante, la diastase présente le pouvoir remarquable de rendre soluble toute l'amidone en la convertissant en dextrine, dont une partie, sous cette même influence, se transforme presque aussitôt en sucre identique avec le sucre de raisin; les matières étrangères insolubles surnagent ou se précipitent suivant les mouvemens du liquide. Cette singulière propriété de séparation entre l'amidone, rendue seule soluble, et les substances étrangères non solubles, justifie le nom de *diastase* donné à la substance qui la possède, et qui exprime précisément ce fait.

L'opération, rapidement conduite, donne la dextrine plus pure encore qu'elle n'avait été préparée; aussi y retrouve-t-on éminemment le grand pouvoir de rotation à droite, qui la caractérise dans les belles expériences de M. Biot, et qu'on n'obtient à un degré égal par aucun autre procédé. Toutefois, la solution de diastase, en présence de la dextrine et d'une suffisante quantité d'eau, convertit cette dernière substance graduellement en sucre, pourvu que la température soit maintenue de 70 à 75° durant leur contact; car si

rables, c'est-à-dire qu'on délaie le malt dans 4 parties d'eau et qu'on soutienne à la température de 65 à 70° pendant une heure, la conversion est complète, et l'iode n'accuse plus la présence de la matière amylacée.

l'on chauffe jusqu'à l'ébullition, la diastase perd la faculté d'agir sur la fécule et sur la dextrine (*).

La diastase existe dans les semences d'orge, d'avoine, de blé, de riz, de maïs germées, près des germes développés dans les tubercules de la pomme de terre. Elle est généralement accompagnée d'une substance azotée qui, comme elle, est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, mais qui en diffère par la propriété de se coaguler dans l'eau à la température de 65 à 75°, de ne point agir sur la fécule ni la dextrine, d'être précipitée de ses solutions par le sous-acétate de plomb, et d'être éliminée en grande partie par l'alcool avant la précipitation de la diastase. On a encore retrouvé la diastase dans les bourgeons de l'*alyanthus glandulosa*; là, elle n'est point unie avec la matière azotée soluble, mais se trouve encore en présence de l'amidone.

La diastase s'extrait de l'orge germée par le procédé suivant, et l'on en obtient d'autant plus, que la germination a été conduite plus régulièrement dans tous les grains, et que la gemmule, dans son développement, s'est plus rapprochée d'une longueur égale à celle de chacun des grains.

(*) Lorsque la dextrine domine, le liquide est plus mucilagineux, plus analogue au sirop de gomme; traité convenablement, il donne une bière plus douce, ou de la bière ayant *plus de bouche*; le maximum de sucre produit convient au contraire lorsqu'on veut produire le plus d'alcool à la fermentation. — La composition chimique de la dextrine est identique avec celle de l'amidone ou de la fécule pure, quoique les propriétés soient différentes, et la plus importante des différences est que l'une, la dextrine, est soluble à froid, tandis que l'amidone est sensiblement insoluble. Toutes deux sont composées de 44 de carbone et 56 d'eau, ou en atomes $C^{12} H^{20} O^{10}$. Le sucre que produit l'action de la diastase sur l'une et l'autre contient plus d'hydrogène et d'oxigène dans la proportion de la composition de l'eau; il est formé de 37 de carbone et de 63 d'eau; elle se représente en atomes par $C^{12} H^{28} O^{14}$.

L'excès de diastase peut être tel dans le grain germé, que 15 fois le poids de celui-ci en fécule y ajoutée subisse, plus lentement à la vérité, les mêmes réactions.

Le liquide sucré, séparé des substances insolu-

Après avoir laissé macérer pendant quelques instans le mélange de 1 partie 1/2 d'eau et 1 partie d'orge germée, on le soumet à une forte pression; on humecte le marc avec son poids d'eau, puis on le presse encore (*). On ajoute alors 1/3 de volume du liquide d'alcool, et l'on filtre la solution. On verse alors dans le liquide filtré de l'alcool à 40° jusqu'à cessation de précipité; la diastase y étant insoluble, se dépose sous forme de flocons, qu'on peut recueillir et dessécher à froid dans le vide sec, ou à 50° dans une étuve à courant d'air. Il faut surtout éviter de la chauffer humide, de 85 à 100°. Pour l'obtenir plus pure encore, on doit la dissoudre dans l'eau et la précipiter de nouveau par l'alcool, et même répéter ces solutions et précipitations deux fois encore; enfin, recueillie sur un filtre, elle en est enlevée humide, puis étendue sur une lame de verre et desséchée, puis desséchée en poudre impondérable et conservée en flacons bien bouchés. Elle se conserve d'ailleurs plusieurs mois à l'air, ou même en solution, dans l'alcool à 16 ou 20° (**).

Lorsque l'extraction de ce principe immédiat nouveau a été faite avec soin, et qu'il est récemment préparé, son énergie est telle, que 1 partie en poids suffit pour rendre soluble dans l'eau chaude 2000 parties de fécule sèche et pure, en opérant la conversion complète de l'amidone en dextrine et sucre. Ces réactions sont d'autant plus promptes, que l'on emploie une suffisante quantité d'eau, 8 à 10 fois le poids de la fécule et un excès de diastase. Ainsi, en dou-

(*) Au lieu de se servir d'orge séchée, on peut directement humecter, écraser et soumettre à une forte pression ces graines, dès qu'elles sont germées au point convenable; le liquide trouble est traité comme il suit.

(**) Au bout de deux ans, quoique gardée dans un flacon bien clos, un échantillon avait perdu presque toute propriété caractéristique.

bles, renferme du sucre et une matière *gommeuse* (la dextrine); il est modifié dans sa saveur par la décoction du houblon; il en reçoit notamment un principe amer, et l'huile essentielle où réside l'arôme qui caractérise surtout l'odeur de la bière.

Cette solution sucrée aromatique, en contact avec la levure aux températures indiquées, éprouve une fermentation dont l'effet général est de convertir la plus grande partie du sucre en alcool et en acide carbonique; substances qui modifient encore le goût de la liqueur. Une quantité plus considérable de levure se forme aux dépens de la matière azotée du grain dissoute; une partie s'élimine en écume ou dépôt.

L'ichthyocolle très divisée, puis délayée dans la bière trouble, y forme un vaste réseau membraneux qui, contracté par l'action de la levure, se resserre et entraîne dans sa précipitation ce dernier corps avec les autres matières non dissoutes; le liquide surnageant devient donc limpide.

Ce qui reste du sucre non décomposé suffit ordinairement pour donner lieu dans le liquide à la production ultérieure de 5 à 6 fois son volume d'acide carbonique; celui-ci, ordinairement contenu en grande partie par la fermeture hermétique des bouteilles, y produit une pression de 4 ou 5

blant la dose et la portant à 1 millième, et préparant l'empois avec 12 parties d'eau à 70°, la dissolution de la fécule peut être opérée en 2 minutes.

atmosphères, qui occasionne une sorte d'explosion lorsqu'on débouche ces vases.

Enfin, la substance gommeuse qui réside aussi dans cette boisson lui donne une légère viscosité et rend ainsi la mousse quelques instans persistante ; elle suffit encore pour humecter la langue et le palais d'une façon spéciale, ce que les connaisseurs expriment en disant que la bière n'est pas sèche, qu'elle a de la bouche ; propriétés qu'ils ne retrouvent plus dans la bière faite exclusivement avec du sucre ou du sirop de fécule à l'acide sulfurique.

Section IV. — *De quelques bières préparées en pays étrangers.*

1° *Ale fabriquée en Angleterre.*—Pour la fabrication de cette bière on ne saurait apporter trop d'attention à tous les principes d'une fabrication bien entendue, que nous avons exposés. Ici l'on n'est pas assujetti à des recettes routinières et vicieuses, commandées en d'autres cas par l'habitude d'un goût particulier que les consommateurs exigent dans quelques unes de ces sortes de boissons. On doit donc employer le plus beau malt qui n'ait pas été altéré sur la touraille par la torréfaction, le houblon le plus récent et le mieux conservé, etc. Au reste, voici les proportions usitées pour la fabrication de cette bière : beau malt pâle d'Hereford, 14 quarters (40 hectolitres)

houblon du comté de Kent, 1er qualité, 112 livres (50 kilogrammes); levure fraîche lavée, 37 livres (18 litres); sel, 2 kilog.

On a observé que le temps le plus favorable à la fabrication de cette bière, et l'on peut le choisir, puisqu'elle se garde assez long-temps pour cela, est dans les mois de mars et d'avril, d'octobre et de novembre.

Cinq jours après la mise en fermentation, on enlève l'écume et l'on ajoute le sel marin; on écume de nouveau 12 heures après; on répète ensuite cette opération de 12 en 12 heures, matin et soir, jusqu'à ce que la fermentation soit terminée. Le brassin, soutiré au clair, produit 34 barils, équivalant à 45 hectolitres.

2° *Porter anglais.* — Cette espèce de bière, dont on fait une forte consommation dans la Grande-Bretagne et qui s'exporte en grande quantité, se fabrique particulièrement à Londres. Là, pour un brassin de porter tel qu'on le boit ordinairement, on emploie les proportions suivantes :

7 quarters malt pâle de Kingston.
6 quarters malt ambré.
3 quarters malt brun.
En tout, 16 quarters, ou 45 hectolitres.

Houblon brun du comté de Kent, 133 livres (60 kilogr.); levure fraîche épaisse, 80 livres (37 kilogr.); sel marin, 2 kilogr.

3° *Porter de garde et propre à l'expédition.*

4 quarters malt pâle d'Hereford.

3 quarters ambré jaune de Kingston.
3 quarters malt brun foncé de Kingston.
Total, 10 quarters, ou 28 hectolitres.

Houblon brun commun de l'est de Kent, 100 livres (45 kilogr. 5 hectog.) ; levure fraîche et épaisse, 52 livres (20 kilogr.) ; sel marin, 2 livres (800 grammes).

4° *Bière de table anglaise.* — On prend 12 quarters (33 hect. 84 lit.) de beau malt pâle de Suffolk ; 72 liv. (32 kilog. 600 gram.) de bon houblon jaune de l'est du comté de Kent ; 52 liv. de bonne levure fraîche et épaisse.

5° Dans *l'Alsace* on fait une grande consommation d'une bière préparée dans les proportions suivantes et susceptible de se conserver fort agréable pendant 3 mois : 150 kilog. de bon malt récent, traité immédiatement après avoir été moulu ; 3 kilog. de houblon en hiver, et jusqu'à 6 en été ; qui produisent environ 5 hect. de bière clarifiée.

6° *Bières résineuses.* — Parmi les différentes espèces de bières qu'on prépare dans plusieurs pays, on distingue encore celle qu'on nomme ainsi. On emploie dans ces pays diverses variétés de *sapin* pour leur préparation. Le procédé de fabrication consiste tout simplement à remplacer le houblon par 3 à 4 fois plus de ces copeaux minces, dont on obtient également dans le moût d'orge une décoction qui présente une saveur aromatique spéciale.

Les Anglais font usage, pour leur marine, d'un extrait de sapin connu sous le nom de *essence of*

spruce, qu'ils ajoutent à différens moûts. On a aussi employé la *térébenthine* et le *goudron de sapin* à cet usage. Toutes ces substances ont, comme le houblon, la propriété de conserver les moûts fermentés, propriété qui paraît résider dans l'huile essentielle. Celle-ci présente partout des caractères fort analogues. Quant aux propriétés anti-scorbutiques attribuées exclusivement aux bières dites *résineuses,* il est très probable que la plupart des observations faites à ce sujet auraient été les mêmes avec les bières de houblon, puisqu'elles contiennent aussi une huile essentielle persistante. Il sera bon de consulter, pour la théorie complète et les modifications économiques de cette fabrication, le chapitre relatif à l'extraction de la fécule et à ses transformations en substance sucrée, soit par l'acide sulfurique, soit par la diastase.

§ II. — *Bières économiques.*

De toutes les boissons, c'est celle qui, l'été, c'est-à-dire depuis le commencement de mai jusqu'au mois d'octobre, peut se préparer partout, promptement, sans embarras, ni appareils compliqués; ce qu'il y a de plus commode, c'est qu'on peut ne fabriquer que la quantité nécessaire à la consommation. Un chaudron, un baquet ou une terrine en grès, un baril ou bien une dame-jeanne, un tamis de crin ou un crible, voilà, pour cet objet,

tous les ustensiles nécessaires et qui existent dans tous les ménages.

Les ingrédiens pour faire les bières ne sont pas en grand nombre : du sirop de fécule ou de dextrine, du houblon, des tiges feuillées de germandrée ou petit chêne, de la petite centaurée, de la camomille romaine, feuilles et fleurs, ou même de la tanaisie, et enfin de la levure.

En attendant que l'orge germée, la drèche ou malt, soit l'objet d'une industrie spéciale et soit répandue dans le commerce, on pourrait se procurer le sirop de dextrine à la manufacture de Neuilly ; mais les frais de transport ne permettront pas, dans les lieux éloignés de la capitale, de profiter de cette découverte pour la fabrication de la bière économique. Ceux qui pourront se procurer du malt, ou le préparer eux-mêmes en petite quantité, trouveront un grand avantage dans la saccharification de la fécule. On doit employer la farine de malt dans la proportion de 5 à 10 0/0 de fécule de pommes de terre.

La formule suivante est pour un hectolitre. Sirop de fécule à 35 degrés ou 1320 de densité 2 litres (un décilitre d'eau pesant 100 gram., la même mesure de sirop doit peser 132 gram.). Si on désirait avoir une bière plus alcoolique il faudrait augmenter la quantité de sirop.

La proportion du houblon est de 600 à 1,000 grammes, suivant la température. On peut remplacer la moitié du houblon par autant de plantes

amères sèches que nous avons indiquées. Je me suis très bien trouvé de cette substitution, et j'ai même préparé d'assez bonne bière sans houblon, en ajoutant quelques aromates.

On verse sur le houblon, ou les autres substances aromatiques et amères, 10 litres d'eau bouillante; on laisse infuser pendant une heure ou deux dans un vase couvert; on passe à travers un tamis de crin, on exprime le marc dans un linge; puis on le fait bouillir dans 12 lit. d'eau réduites à 10 lit.; on passe avec expression. Cette décoction est ensuite mêlée avec la première infusion, et le sirop dissout dans la quantité d'eau nécessaire pour compléter les 115 lit. 1/2 de bière. On ajoute la levure et on verse le tout dans un baril ou autre vase qui doit être empli jusqu'à la bonde et placé dans un lieu dont la température doit être de 18 à 20° cent. La fermentation ne tarde pas à s'établir; le moût travaille et se couvre d'écumes qui s'échappent par la bonde, et qui sont recueillies dans un vase placé convenablement.

Lorsque la liqueur a cessé de travailler, qu'elle s'est éclaircie, on la soutire dans un autre baril, qui doit être plein et bondé avec la bonde hydraulique, et qu'on descend à la cave; huit jours après on colle de la même manière que pour la bière ordinaire, et 24 heures après on met en bouteilles ou en cruchons. On ajoute à la colle un peu d'alcool ou d'eau-de-vie, 1/2 lit. du premier et le double de celle-ci, et si l'on tient à la mousse, on verse

une 1/2 liv. de sirop pour 120 lit. Dans ce cas, il faut bien boucher et tenir les bouteilles droites après 3 ou 4 jours de couchage. Cette boisson ne revient qu'à 10 cent. le litre; elle ne coûterait même que 5 cent. si l'on pouvait, dans les campagnes, fabriquer soi-même le sirop qui, par les frais de fût et de voiture, coûtera en province 40 ou 48 fr. les 100 kilog.

Des falsifications de la bière.

Cette boisson a donné lieu à plusieurs sortes de falsifications, ayant pour but d'économiser le houblon, en le remplaçant par des matières pouvant communiquer au moût une saveur amère, comme le *bois de buis*, la *racine de gentiane*, et enfin, en Angleterre, on s'est servi de la *strychnine*, base végétale qui est un poison excessivement violent. Comme ce principe communique en très petite proportion une saveur excessivement amère à une grande quantité de liquide, il en résulte qu'on n'en a pas employé assez pour que la bière, ainsi falsifiée, produisît immédiatement de graves désordres dans l'économie animale, mais suffisamment pour que l'usage d'une telle boisson pût à la longue influer de la manière la plus nuisible sur la santé publique. Il ne nous est pas acquis qu'on en ait jamais fait usage à Paris.

des poires et le troisième des cormes, quoique la plupart du temps ce dernier soit un mélange de ces fruits et de poires.

Considérations chimiques. — Dans l'état actuel de la science, il serait difficile de donner la composition exacte des différentes espèces de cidres, et nous ne connaissons point encore d'analyse complète de ces boissons. Cependant on sait que presque tous les cidres contiennent les mêmes principes, dont les proportions doivent varier, ce qui ne peut être douteux d'après la différence du goût et de la propriété de ces liquides dans tel ou tel état, et suivant qu'ils ont été fabriqués de telle ou telle manière et dans telle ou telle contrée. Quoi qu'il en soit, on peut affirmer que dans tous les cidres on retrouve : 1° du *sucre* en bien plus grande quantité, surtout quand ils sont doux, que dans les vins et les bières ; 2° de l'*alcool*, dont la proportion a été trouvée, par M. Brande, de 9,87 p. 0/0 en volume ; 3° du *mucilage* ou *matière gommeuse*, dont la quantité varie pour ainsi dire avec chaque espèce de cidre et en raison de son âge ; 4° un *principe extractif amer* qui paraît résider principalement dans le tissu cellulaire et l'enveloppe du fruit, principe qui détermine souvent dans certains cidres une saveur désagréable ; 5° une *matière colorante* particulière, abandonnée probablement par l'enveloppe et la pulpe, dont le jus ne peut être extrait sans que les fruits n'aient reçu une légère macération, et

dont la couleur augmente en effet en raison de la prolongation de cette macération. Cet effet, du reste, a lieu pour les cidres comme pour les autres boissons, car tout le monde sait qu'on peut faire du vin blanc avec du raisin rouge en ne laissant pas macérer le jus sur le marc. Les cidres contiennent encore du *gluten*, et de l'*albumine végétale*, que M. Proust et M. Bérard ont trouvée dans les pommes, principe nécessaire à la fermentation alcoolique; de l'*acide malique;* de l'*acide carbonique*, surtout dans les cidres mousseux; et enfin diverses substances salines et terreuses.

A défaut d'une analyse positive des cidres, nous allons donner un tableau qui présente le résultat de trois analyses comparatives des poires et des pommes, faite il y a quelques années par M. Bérard.

Composition des poires et des pommes (pepins).

	Vertes.	Mûres.	Blettes.
Eau	86,28	83,88	62,73
Sucre	6,45	11,52	8,77
Tissu végétal	3,80	2,10	1,85
Acide malique	0,11	0,08	0,61
Gomme	3,17	2,07	2,62
Albumine	0,03	0,21	0,23
Chaux	0,03	0,04	0,04
Chlorophylle	0,08	0,01	0,04
Acides pectique, gallique, tannique, malate de potasse, acide carbonique, huiles grasse et essentielle, matière azotée solide.	en proport. variables.		
	100	100	76,85
Pertes			23,15

Les résultats de ces analyses démontrent que les fruits nouvellement cueillis ne sont pas dans une condition aussi favorable pour la fermentation que ceux qui ont été conservés quelque temps, et que les fruits mous, ou qui commencent par leur blettissement à toucher aux premiers degrés de la décomposition putride, se trouvent, malgré le préjugé contraire des agriculteurs, être les moins propres à la fabrication des cidres, puisqu'ils perdent non seulement 28 pour 100 de leurs élémens, mais encore plus de 2 pour 100 de ceux de ces élémens qui leur sont le plus utiles pour donner une marche régulière à la fermentation de leur jus. Cet effet paraît tenir à l'action de l'air sur les fruits : ceux-ci, en effet, étant composés d'un tissu cellulaire qui ne forme que 2 à 4 pour 100 de la masse, et renferment un jus qui est une dissolution de gomme, de sucre, d'acide malique et d'albumine, il en résulte que, lorsque le fruit mûrit séparé du végétal auquel il tenait, le poids de son parenchyme diminue, tandis que celui de la gomme et du sucre augmente, et que l'eau s'évaporant le jus se concentre; ce qui force le fruit à diminuer de volume et à se rider. Il faut donc avant tout rejeter impitoyablement les fruits blets ou mous, et éviter autant que possible de s'en servir, tant par économie que dans le but d'avoir une bonne qualité de cidre.

Récolte des fruits. La récolte des fruits se fait par un temps sec, en septembre, octobre ou no-

vembre, suivant que leur maturité est précoce, moyenne ou tardive. Cette maturité est naturellement indiquée par la chute spontanée dans un temps calme des fruits non piqués par les vers.

Pour faire cette récolte, un homme monte dans un arbre pour en secouer les branches avec les pieds et les mains; d'autres personnes, placées autour de l'arbre, forcent les fruits les moins mûrs à tomber, en les frappant avec de grandes gaules; mais il est important de ne faire usage de ces gaules qu'à la dernière extrémité, car elles peuvent meurtrir les fruits, casser le bout des branches et enlever les bourgeons, de sorte que les fruits meurtris se pourrissent et excitent la fermentation putride dans le tas où elles se trouvent après leur récolte, et, en outre, la sève de l'année suivante est en conséquence forcée de se porter de préférence dans les branches à bois, ne trouvant plus de branches à fruits. Cette taille réelle, ainsi que les gelées du printemps, mettent les arbres de la Normandie dans l'impossibilité de produire abondamment plus d'une année sur trois.

Les fruits abattus sont ramassés, mis dans des sacs, et portés à la ferme où on les étend pendant deux ou trois jours au soleil, pour les réunir ensuite en un tas dans la case qu il leur est destinée; tout naturellement on met à part les fruits tombés et journellement recueillis, de même que les pommes aigres, les douces, les amères, les fruits précoces, ceux de maturité moyenne et les tardifs,

ceux des terres fortes ayant du fond, ceux des terres fortes ayant peu de fond, ceux des vallées humides, ceux des terrains marneux ou crayeux, et enfin ceux des cantons élevés.

Les fruits abattus restent ainsi entassés jusqu'au pressurage; mais comme l'action des gelées détériorerait leur qualité en les affadissant, on les couvre, dès que le froid commence à se faire sentir, avec du foin ou des draps mouillés que l'on ne doit enlever qu'après de dégel ou avec précaution pendant le pressurage, si on le fait dans un temps de gelée.

Qualité des cidres et choix des fruits. La qualité des cidres dépend beaucoup du système généralement suivi dans leur fabrication, et elle est surtout, comme celle des vins (dont nous nous occuperons bientôt), essentiellement modifiée suivant la variété des fruits employés, et le terroir sur lequel ceux-ci ont végété. Que le cidre soit pur ou mouillé d'eau, il porte toujours, d'après la quantité d'alcool qu'il contient, les noms de *gros cidre*, de *cidre moyen* et de *petit cidre*.

Les *gros cidres* contiennent beaucoup de matière sucrée, peu de mucilage et quelquefois une certaine quantité d'acide carbonique; tout se change en liquide alcoolique. Ils se parent lentement, durcissent souvent, mais ils peuvent se conserver 6 ou 7 ans en bouteille. On les obtient généralement en Normandie avec les seuls fruits suivans; parmi les pommes précoces : l'amer-doux,

court-d'aleaume, jaunet et Gannel; parmi les pommes de seconde saison : barbarie, blangy, chevalier, doux-bel-heure, épicé feuillu, hérouet, petit-court-saint-philbert, turbet et varaville; parmi les tardives : adam, bouteille, massue, petite-ente, rebois, sauvage et suie.

Mais le cidre excellent se fait avec les espèces qui suivent; parmi les précoces : fosse-varin, renouvelet-haze; parmi les pommes de seconde saison : avoine, biquel, blanchette, cu-noué, fréquin, gallat guibour, menuet et ozanne; parmi les pommes tardives, avec : aufriche, camière-de-cendres, doux-martin, duret, fossette, germaine, jeanhuré, marin-onfroy, saux.

Le *cidre moyen*, qui forme la boisson la plus ordinaire des pays à cidre, se fait soit en coupant les gros cidres avec de l'eau, ce qui se fait à tort après leur fermentation dans toutes les villes, pour éviter les frais d'entrée, soit en mélangeant les pommes qui donnent seules du gros cidre avec celles qui produisent le cidre léger. Ce *cidre léger*, clair, agréable, mais qui n'est d'aucune durée, peut, sans avoir été mouillé, s'obtenir avec les seules pommes que voici; parmi les précoces : l'ambrette, cocherie, flagellé, doux-agnel, épicé, pomme-de-livre, greffe-de-monsieur, groseiller, guillot-roger, quenouillette, railé, sainte-gilles; parmi celles de seconde saison, avec : à coup-venant, doucente, doux-aux-vêques, grimpe-en-haut, hommei, long-pommier, pepin-percé, pi-

c. ux des terres fortes ayant du fond, ies,
terres fortes ayant peu de fond, ceux œil-
humides, ceux des terrains marneux ounette,
et enfin ceux des cantons élevés.

Les fruits abattus restent ainsi e ssurage des
pressurage; mais comme l'actic l'eau : il dif-
térioreraït leur qualité en les es dont ce marc
couvre, dès que le froid comr qu'il a éprouvé et
avec du foin ou des draps lle on l'a délayé. On
doit enlever qu'après de d iocre à celui qu'on ob-
pendant le pressurage, si récoces, avec : l'amerel,
de gelée. s, muscadet; orpolin,

Qualité des cidres e elles de seconde saison,
lité des cidres dépend llet, cappe, côte, cusset,
ralement suivi dans jean-almi, mouronnet,
tout, comme celle parmi celles tardives, avec :
rons bientôt), es sapin.
variété des fruit *cidre* est toujours le résultat
ceux-ci ont v les variétés suivantes; parmi
mouillé d'eau : le castor, et louvier; parmi
tité d'alcool ison : colin-et-antoine, doux-
de *cidre m* et vaulle.

Les *gro* peuvent donc très bien être sup-
tière sucr où elles se rencontrent, à moins
certaine particulières ne forcent à les con-
change
ment, des classes de pommes donnent
conser cidre jouissant de propriétés spé-
génér les *pommes acides* rendent beaucoup
suiv

quet, préaux, rivière, rouget; parmi les pommes tardives, avec : bédane, boulement, gros-charles, gros-doux, haute-boute, messire-Jacques, œil-de-bœuf, reinette-douce, rousse, sauge, sonnette, tard-fleuri.

Le *petit cidre* résulte aussi du pressurage des marcs mêlés probablement avec de l'eau : il diffère suivant la nature des pommes dont ce marc est extrait, le degré de pression qu'il a éprouvé et la quantité d'eau dans laquelle on l'a délayé. On donne le nom de *cidre médiocre* à celui qu'on obtient, parmi les pommes précoces, avec : l'ameret, doux-vairet, ente-au-gros, muscadet, orpolin, peau-de-vache; parmi celles de seconde saison, avec : l'avocat, blanc-mollet, cappe, côte, cusset, damelot, doux-ballon, jean-almi, mouronnet, moussette, roi, souci; parmi celles tardives, avec : chenièvre, petas, ros et sapin.

Enfin le *mauvais cidre* est toujours le résultat du pressurage des seules variétés suivantes ; parmi les pommes précoces : le castor, et louvier; parmi celles de seconde saison : colin-et-antoine, doux-dagorie, paradis et vaulle.

Ces six variétés peuvent donc très bien être supprimées partout où elles se rencontrent, à moins que des raisons particulières ne forcent à les conserver.

Quelques grandes classes de pommes donnent également un cidre jouissant de propriétés spéciales : ainsi les *pommes acides* rendent beaucoup

de jus, clair, très léger; mais elles donnent un cidre sans force, d'une saveur peu agréable et toujours sujet à se noircir ou à *se tuer*, comme on dit en Normandie. Les *pommes douces* produisent peu de jus sans addition d'eau, et elles fournissent un cidre clair et agréable tant qu'il est sucré, mais qui devient amer et peu alcoolique lorsque sa fermentation s'avance. Les *pommes amères* et âcres au goût donnent un jus très dense, coloré, qui fermente longuement, et qui produit un cidre généreux, susceptible d'une longue conservation; des *pommes précoces* on obtient un cidre clair, assez agréable, mais peu riche en couleur et en alcool, et qui peut à peine être conservé une année. Enfin, les *pommes tardives* des bonnes variétés fournissent un cidre généreux, qui se conserve longtemps.

Choix du terrain et exposition. Les terrains élevés et exposés au Midi donnent un cidre délicat, agréable, riche en alcool, et se conservant longtemps. Les terrains légers et pierreux, ainsi que ceux des bords de la mer, comme beaucoup de ceux de la Bretagne, et quelques uns du département de l'Eure, donnent un cidre léger, assez sapide, mais pauvre en alcool. Les terrains marneux et crayeux laissent souvent au cidre un goût de terroir désagréable. Les terres fortes, élevées et éloignées des vents de mer, produisent le meilleur cidre; il est fort, très généreux, bien coloré, et se garde plusieurs années. Les terres fortes,

ayant peu de fond, produisent des cidres moins colorés et moins riches en alcool. Les vallées et les terres humides donnent une boisson épaisse, fade, conservant le goût de terroir, et s'altérant promptement.

L'*âge* influe généralement sur tous les cidres, mais rarement il leur donne de la qualité et presque toujours il les détériore; on peut les garder deux ou trois ans; plus tard ils deviennent durs; cependant, certains gros cidres des environs de Caen et de la vallée d'Auge ont besoin de plusieurs années pour bien se parer et devenir buvables.

La température agit aussi sur les cidres; on conçoit en effet qu'une année pluvieuse et froide affadira les fruits et le jus qu'ils produiront.

Solage. — Fruits pourris. Avant de passer aux procédés d'extraction du cidre, nous appellerons l'attention de nos lecteurs sur le peu de soin qu'on apporte dans les fermes à bien choisir les fruits et à brasser. C'est cependant le point le plus important de toute l'opération. Nous contribuerons ainsi à faire cesser des pratiques que la saine théorie réprouve.

L'expérience ayant démontré qu'on ne peut obtenir généralement de bon cidre avec les fruits d'un même *solage*, c'est-à-dire d'une seule espèce, on doit mélanger les espèces, de manière à neutraliser les mauvaises qualités des unes par les bonnes qualités des autres. Mais, pour faire ces mélanges,

il y a des principes dont on ne saurait, sans de graves inconvéniens, négliger l'observation.

Le plus essentiel, c'est d'assortir les espèces qui arrivent en même temps à leur point de maturité, et de ne point réunir, comme on le fait trop souvent, des fruits verts avec des fruits mûrs, et souvent encore avec des fruits arrivés au dernier terme du blettissement; car il est un fait qu'on doit toujours avoir présent à la pensée, c'est que la force et la bonté des cidres et des poirés dépendent de l'état de maturation des fruits, ou, en d'autres termes, de la proportion du sucre qu'ils contiennent.

Qu'on consulte le tableau dressé par M. Bérard, et les observations qui s'y rapportent, et on comprendra combien est contraire à la saine théorie, l'usage malheureusement trop suivi dans les campagnes, de laisser les fruits pourris dans le pressurage, usage établi sur ce préjugé, que les *pommes pourries améliorent la qualité du cidre!* Et ce ne sont pas seulement les simples cultivateurs qui sont imbus de cette croyance; des hommes instruits et réfléchis la partagent; on voit, en effet, dans les Mémoires de la *Société royale d'agriculture et de commerce de Caen*, un naturaliste, de mérite, soutenir que, pour faire du bon cidre, *il faut au moins un dixième de pommes pourries!*

Les faits que nous venons d'annoncer, non seulement d'après le témoignage de M. Girar-

din (1), membre correspondant de l'Académie des Sciences et professeur de chimie à Rouen, mais aussi d'après M. Odolant Desnos (2), s'appliquent également aux fruits qu'on ramasse au pied des arbres avant la maturité, et dont la chute prématurée est provoquée, soit par les grands vents, soit par la piqûre des insectes, soit enfin par la surabondance des fruits sur les branches. Ces pommes ou poires tombées, toujours de mauvaise qualité, doivent nécessairement être brassées à part, parce qu'elles donnent un jus qui tourne promptement à l'aigre.

Quant à l'emploi dégoûtant que l'on fait des fruits pourris, pour empêcher le cidre de noircir à l'air, il est facile de le remplacer par une addition de mélasse ou de cidre concentré au tiers, ce qui ne donnera pas de mauvais goût à la liqueur. Enfin, si l'on fait usage des pommes pourries pour procurer au cidre de la couleur, c'est inutile; car on peut toujours donner cette couleur, que les consommateurs recherchent, soit en augmentant la dose des fruits qui donnent le cidre le plus co-

(1) *Leçons de Chimie élémentaire*, un fort vol. in-8°, chez Baudry, à Rouen; 2e édition, 1839; excellent ouvrage, où l'on trouve des renseignemens industriels neufs de la plus haute importance.

(2) *Traité de la Fabrication des Cidres*, publié en 1829; le meilleur ouvrage, à notre connaissance, sur la matière. Nous y avons fait de larges emprunts, M. Payen ayant en quelque sorte résumé ce travail, en décrivant toutefois les perfectionnemens récens.

loré, soit en laissant cuver 10 ou 12 heures ensemble le jus ou moût avec le marc, en ayant soin de remuer le tout d'heure en heure; soit en donnant après coup cette couleur au cidre, par l'addition fort innocente de la quantité de caramel nécessaire pour l'amener à la nuance désirée.

Extraction du jus.— Ecrasage ou *Pilage.* Les fruits, après avoir été choisis et assortis d'après leur solage ou d'après leur nature, on les écrase ou on les pile pour en extraire le jus qu'ils contiennent. L'*écrasage* se fait de plusieurs manières: 1° dans des cylindres, 2° dans un tour à piler, 3° dans une auge à pilons.

Les *cylindres* en fer cannelés usités en Picardie et en Angleterre, se composent de trois rouleaux en bois, tournant, en sens contraire, au moyen d'un système de roues d'engrenage. Cette méthode n'est pas mauvaise, elle est même très expéditive, quand les cylindres cannelés sont *en bois, comme du côté de Laon*, et qu'on ne les rapproche pas de manière à écraser les pepins; car sans cela on produit le plus mauvais effet, en donnant lieu à l'extraction de l'huile de ces pepins, qui communique au cidre un goût d'empyreume fort désagréable.

En 1827, M. Payen proposa la râpe d'Odobel; mais elle a aussi l'inconvénient, comme les cylindres en fer cannelés, d'ouvrir les pepins et de les mettre ainsi en position de dégager ensuite, par la pression, une partie de leur huile volatile.

Habituellement, en Normandie, on se sert du *tour à piler*, de six mètres de diamètre, composé d'auges en pierre de taille, ayant une profondeur de 0^{m},32, sur une largeur, égale en haut, de 0^{m},16, seulement au fond. Dans l'auge tourne une meule verticale, de 1^{m},62, de diamètre, sur 0^{m},16 d'épaisseur. Le tour à piler n'est peut-être pas plus expéditif que les cylindres; il coûte assez cher, et il demande pour son service un homme et un cheval. Mais on y est habitué, et son grand avantage est d'avoir succédé, en Normandie, à la méthode très peu expéditive de l'auge à pilons.

Dans la Basse-Normandie, on fait encore usage d'une troisième méthode d'écrasage. C'est la plus simple de toutes, c'est celle de nos ancêtres, et pourtant c'est celle, en définitive, qui donne le cidre le plus délicat; malheureusement elle ne fait pas assez d'ouvrage et ne peut être employée que dans les pays où la main-d'œuvre est à bon marché. Nous voulons parler de *l'auge à pilons*. Cette auge est en bois, longue de 5 à 6 pieds, creusée dans une pièce de 18 à 20 pouces d'équarrissage. Les pilons sont composés d'une masse de bois arrondie à la partie inférieure, afin de s'emboîter avec le fond de l'auge, et surmontée d'un manche vertical, afin que la manœuvre, quand l'auge est à moitié pleine de fruits, puisse lever ce pilon et les écraser en l'aidant autant que possible à retomber avec force. Ces pilons sont

ordinairement en cormier, en charme ou en poirie.

Dans le Devonshire et le comté de Sommerset, en Angleterre, on se sert simplement, en guise de pilons, de cylindres en bois (1).

Pressurage. Après avoir écrasé les fruits de manière à obtenir des morceaux de la grosseur d'une noisette, on expose le *marc* qui en résulte à l'action d'une forte presse. Les pressoirs à vin (voir la VINIFICATION ci-après), et la plupart des presses en général, peuvent servir à ce travail; ainsi les presses à vis en fer, celles hydrauliques verticales et horizontales, celles de Révillon et autres, sont toutes parfaitement applicables à la fabrication du cidre. On peut même dire que la plus mauvaise et la plus coûteuse est peut-être celle adoptée généralement en Normandie; par suite de l'usage qu'on en fait, nous croyons nécessaire d'en donner une rapide description.

(1) Un nouvel instrument est actuellement proposé par M. Rosé, mécanicien à Paris. Il coûte une centaine de francs; mais, dans les campagnes, il pourra être aisément établi pour 25 ou 30 francs, par le premier charron venu, en remplaçant toutefois par des roues en bois celles qui sont en fonte. C'est un moulin à cylindres sans couteaux, qui peut être mis en mouvement par un seul homme et écraser un hectolitre de pommes en 10 minutes. Il se compose de 2 cylindres cannelés à dentures à rochets, de 8 pouces de diamètre chacun, avec 6 cannelures de 2 pouces de hauteur. Le tout est monté sur un fort bâtis, et les cylindres sont couverts d'une trémie.

La pulpe, ou mieux le marc, est placé sur le tablier et soutenu en couches de 6 pouces d'épaisseur au moyen d'un lit de paille mis entre chaque couche dans la moitié de sa longueur, et dont l'extrémité, qui dépasse la motte, est ensuite remployée du dehors en dedans, toujours par-dessus la dernière couche de marc. La motte, composée d'une quantité suffisante de ces couches pour s'élever à 3 pieds, s'égoutte sous son propre poids pendant un jour, ce qui produit, comme pour le raisin, le cidre de la *mère goutte.* En Angleterre et en Amérique, au lieu d'élever ainsi la motte avec la paille, on se sert de tissus de crin, la paille communiquant souvent un léger goût désagréable au jus; on peut se servir aussi d'un tonneau fortement cerclé et percé sur ses parois d'une foule de trous, tonneau dans lequel on met le marc, qu'on couvre d'un disque entrant dans le tonneau à la manière d'un piston. Ce moyen permet d'employer les grandes presses de la Louisiane et des États-Unis, adoptées pour l'emballage du coton.

Dès que la motte est affermie et que le jus qu'elle a laissé égoutter naturellement s'est dégagé en passant à travers un panier rempli de paille, pour tomber dans un cuvier, on imprime le soir et le matin à la motte une pression graduée, mais de plus en plus forte. Une fois que, par suite de ce pressurage, la motte est desséchée, on rejette le marc dans l'auge à piler, et l'on se met à le triturer

de nouveau, en y ajoutant 25 litres d'eau par pilée de 100 kilogram. de fruits (1). Les paysans pauvres, et qui ont besoin de boisson pour eux-mêmes, mettent en presse ce marc ainsi mouillé, puis le remouillent encore une fois de 35 litres d'eau, et mêlent ensemble ces deux dernières espèces de cidre, en conservant la première pour la vente. Cependant, pour la boisson ordinaire de leurs tables, les personnes même les plus aisées en Normandie font d'abord extraire de 100 kilog. de fruits le jus qu'ils peuvent rendre sans les mouiller, ce qui constitue le gros cidre que souvent, à l'exemple des personnes moins à leur aise, on vend aux aubergistes des villes; ensuite elles font rebrasser le marc avec 25 litres d'eau. D'autres fois, et c'est

(1) Presque tous les cultivateurs sont fermement convaincus que les eaux de mares pourries sont plus propres que les eaux limpides et pures à la macération des marcs, à la fermentation des jus, et qu'il en faut moins pour faire sortir le suc des cloisons du fruit. Sans doute les eaux de mares, bien entretenues, fréquemment curées, sont préférables, pour la fabrication du cidre, aux eaux de puits, parce qu'elles contiennent moins de sels calcaires; mais c'est une erreur funeste d'attribuer les mêmes qualités à celles des mares pourries. Il est aisé de concevoir que les matières étrangères organiques qui se corrompent dans leur sein doivent changer la saveur du cidre, et lui communiquer un goût détestable; car la plupart du temps ces matières ne sont pas volatiles, ni susceptibles de disparaître par la fermentation que subit le sucre contenu dans le jus de pommes; et si les habitans des pays à cidre ne reconnaissent pas le mauvais goût de leur boisson, il faut l'attribuer à l'habitude qu'ils en ont. (J. Girardin.)

l'usage le plus général, on réunit le liquide obtenu par ce rebrassage avec le jus du pressurage sans eau, et cela forme la boisson la plus ordinaire. Malheureusement les impositions indirectes frappant sur les petits cidres aussi fortement que sur les gros, ceux-ci sont introduits purs dans les villes, mais ils n'y sont alors ainsi coupés qu'après la fin de la fermentation, d'où résulte une boisson toujours plus plate que celle coupée avec la même quantité d'eau au sortir du pressoir, opération qui donne un mélange beaucoup plus intimement mêlé par la fermentation.

Habituellement en Normandie on *calcule* que 2340 kilogrammes de pommes doivent rendre 1000 litres de cidre pur et 600 litres résultant du rebrassage du marc mouillé. Ces 1600 litres mêlés ensemble donnent un fort bon cidre qui peut souvent passer pour du gros cidre; mais, dans les mauvaises années, cette même quantité de fruits est mouillée de manière à rendre jusqu'à 3000 litres de cidre mitoyen très bon, beaucoup plus sain que le gros cidre, et pouvant encore durer 2 et 3 ans. Si l'on veut établir ses calculs non d'après le poids, mais d'après la mesure des fruits, on peut considérer comme positif qu'il faut 6 mesures de fruits pour en faire une de gros cidre, et qu'il n'en faut que 3, et au plus 4, pour en avoir une de cidre mitoyen (1).

(1) C'est ici le lieu d'ajouter que les tourteaux qui résul-

Densité des moûts. Le jus ainsi exprimé ne présente pas toujours *la même densité;* ainsi, l'eau prise pour terme de comparaison, et étant supposée sous un volume donné peser 1000, on a trouvé que du moût ou jus qui n'avait pas fermenté offrait pour différentes espèces de pommes à couteau les densités suivantes. Moût de pommes de reinette verte, 1084; de reinette d'Angleterre, 1080; de reinette rouge, 1072; de reinette musquée, 1069; de fenouillet rayé, 1064; de la pomme orange, 1063; de reinette de Caux, 1060; de reinette rousse 1059; et de reinette dorée, 1057. Le moût de poires diverses s'est élevé dans les mêmes circonstances de 1054 à 1074.

Cette densité des moûts est importante à connaître, puisque plus ces moûts auront une pesanteur spécifique élevée, plus ils contiendront en dissolution de matière sucrée, et plus ils seront propres à fabriquer des cidres ayant un haut degré de spirituosité, et par conséquent des cidres plus agréables, plus forts, et d'une plus longue conservation. Cependant cette densité n'est pas la mesure exacte de la quantité de matière sucrée contenue dans le liquide, et il faut déduire, du poids de la matière supposée sèche que cette densité indique,

tent du pressurage des marcs de pommes sont conservés dans des fosses, d'où on les extrait à mesure qu'on en a besoin pour la nourriture des porcs pendant l'hiver ; ceux des poires sont coupés en briques, séchés à l'air et employés comme combustibles.

l'acide malique, toujours contenu en assez grande quantité dans les moûts de pommes et de poires. Pour être à même de faire ces calculs, on peut se servir d'un instrument de l'invention de M. Masson-Four, et qui est destiné à faire connaître avec facilité la richesse des moûts de cidre, tant en acide malique qu'en matière sucrée sèche, et par conséquent en alcool. Cet instrument, auquel il a donné le nom d'*acido-cidrimètre*, est un aréomètre ordinaire, divisé seulement d'une manière particulière.

Nous allons présenter ici une table de la quantité d'acide malique (1) contenue dans les moûts

(1) *Acide malique.* Cet acide, découvert, en 1785, par Schéele, se rencontre dans presque tous les fruits, surtout dans les pommes, les prunes, les prunelles, les baies de sorbier, d'épine-vinette, de sureau noir. Fourcroy en admet l'existence dans le pollen du dattier d'Égypte; Adet, dans le suc de l'ananas; Hoffmann, dans l'agave américaine. Vauquelin l'a trouvé mêlé aux acides tartrique et citrique dans la pulpe de tamarin, à l'acide oxalique dans les pois chiches, et formant avec la chaux un *malate* acide dans le suc du *sempervivum tectorum*. Enfin c'est à l'acide malique (et à l'acide citrique) que les groseilles, les framboises, et en général les fruits rouges, doivent leur saveur aigre.

C'est ordinairement des fruits du sorbier qu'on extrait l'acide malique. Pendant long-temps on n'a pu l'obtenir pur; mais aujourd'hui, par suite d'un travail de M. Donovan, il ne reste plus rien à désirer à cet égard.

Il est blanc, solide, inodore; sa saveur est analogue à celle des acides tartrique et citrique; il est plus lourd que l'eau. Il cristallise, amené par l'évaporation à une consistance sirupeuse, en mamelons. A l'air, il attire l'humidité et se résout en liqueur : il est donc déliquescent; aussi est-il très soluble dans l'eau et même dans l'acool. Par l'acide

d'après l'indication de l'acido-cidrimètre, en faisant usage, comme liqueur d'épreuve, d'une dissolution de carbonate de potasse sec ou de carbonate de soude cristallisé.

Dans ce tableau on n'a pas tenu compte de la petite quantité de ferment, de matières colorantes ou salines contenues dans les moûts, dont le poids toujours assez peu considérable, n'altère pas sensiblement les résultats dans la pratique.

azotique, à l'aide de la chaleur, il est promptement converti en acide oxalique.

L'acide malique est isomérique avec l'acide citrique ; anhydre, il est composé, suivant M. Liébig (*Annales de chimie et de physique*) :

Carbone.......	41,84
Hydrogène.....	3,42
Oxigène.......	54,74
	100,00

Sa formule est $C^8 H^4 O^4$. La formule de l'acide malique cristallisé est, d'après M. Pelouze, de $C^8 H^4 O^4 + H^2 O$.

l'acide malique, toujours contenu en asse
quantité dans les moûts de pommes et . de
Pour être à même de faire ces calculs
servir d'un instrument de l'invention
Four, et quicst destiné à faire conna
la richesse des moûts de cidre, tant
qu'en matière sucrée sèche, et
alcool. Cet instrument, auque
d'*acido-cidrimètre*, est un
divisé seulement d'une ma

Nous allons présenter ic
tité d'acide malique (1)

	CRISTALLISÉ. Proport. d'acide maliq. kil. gram.
0	0,
1/2	0, 26,66
1	0, 53,33
2	0,106,66
3	0,159,99
4	0,213,33
5	0,266,66
6	0,319,99
7	0,373,33
8	0,426,66
9	0,479,99
10	0,533,33
20	1,066,66
30	1,599,99
40	2,133,33
50	2,666,66
60	3,199,99
70	3,733,33
80	4,266,66
90	4,799,99
100	5,333,33

du moût. Le jus des fruits obte
ayant été recueilli dans un gra
l'en retire à pleins seaux pour le tra
des tonneaux dont l'orifice de la bon
couvert d'un linge mouillé. En
il s'établit une première fermentati

(1) *Acide malique.* Cet
Schéele, se rencontre da
dans les pommes, les pr
bier, d'épine-vinette,
l'existence dans le pol
le suc de l'ananas;
Vauquelin l'a trouv
dans la pulpe de ta
chiches, et forma
suc du *sempervi*
que (et à l'acide
et en général l

C'est ordin
l'acide malic
pur; mais au
il ne reste p

Il est bla
celle des ac
l'eau. Il
sistance s
dité et se
est-il très

-euse, qui soulève le
nde, et, dans sou
s plusieurs matières
.i se forme un chapeau
mpre, pour empêcher
:nir frapper la surface du
grir, raison qui doit faire
,n de tenir constamment le
.ce que, disent les paysans nor-
ıe se conserve pas en baissière,
, un vaisseau où se trouverait du
nner plus de qualité au cidre on fa-
uefois cette première fermentation en
it un tonneau défoncé de rubans de hêtre
.vellement varlopés, sans les fouler; puis,
. de ce tonneau étant replacé, on y verse le
., qui entre promptement en fermentation.
est aussi fort essentiel, quand on tient à la
ité, de soutirer le cidre à la fin de la fermen-
n tumultueuse, et un mois après le premier
rage. C'est alors qu'on le met dans des ton-
ıx de 7 à 800 litres, où il reste jusqu'à la con-
nation.

idre mousseux. Quand on veut conserver le
e à l'état doucereux, on le prépare, en Nor-
die ainsi qu'en Angleterre, d'une manière
spéciale. Le procédé repose particulièrement
'interruption forcée de la fermentation du li-
e. Voici en général comment on s'y prend en
leterre. D'abord on obtient un moût de pre-

Tableau destiné à faire connaître la quantité d'acide malique contenue dans un hectolitre de jus de pommes ou moût de cidre.

SOLUTION DE 10 GRAMMES DE CARBONATE			
DE POTASSE SEC.		DE SOUDE CRISTALLISÉ.	
Degrés.	Proport. d'acide maliq.	Degrés.	Proport. d'acide maliq.
	kil. gram.		kil. gram.
0	0,	0	0,
1/2	0, 41,55	1/2	0, 26,66
1	0, 83,11	1	0, 53,33
2	0,166,22	2	0,106,66
3	0,249,33	3	0,159,99
4	0,332,44	4	0,213,33
5	0,415,50	5	0,266,66
6	0,498,66	6	0,319,99
7	0,581,77	7	0,373,33
8	0,664,88	8	0,426,66
9	0,747,99	9	0,479,99
10	0,831,11	10	0,533,33
20	1,662,20	20	1,066,66
30	2,493,30	30	1,599,99
40	3,324,40	40	2,133,33
50	4,155,00	50	2,666,66
60	4,986,60	60	3,199,99
70	5,817,70	70	3,733,33
80	6,648,80	80	4,266,66
90	7,479,90	90	4,799,99
100	8,311.11	100	5,333,33

Fermentation du moût. Le jus des fruits obtenu par le pressurage ayant été recueilli dans un grand baquet, on l'en retire à pleins seaux pour le transvaser dans des tonneaux dont l'orifice de la bonde est simplement couvert d'un linge mouillé. En peu de jours il s'établit une première fermentation,

appelée fermentation tumultueuse, qui soulève le linge placé sur le trou de la bonde, et, dans son mouvement; il rejette au dehors plusieurs matières fermentescibles; peu à peu il se forme un chapeau qu'il est bon de ne pas rompre, pour empêcher l'air atmosphérique de venir frapper la surface du cidre et de le faire aigrir, raison qui doit faire prendre la précaution de tenir constamment le tonneau rempli, parce que, disent les paysans normands, le *cidre ne se conserve pas en baissière*, c'est-à-dire dans un vaisseau où se trouverait du vide. Pour donner plus de qualité au cidre on facilite quelquefois cette première fermentation en remplissant un tonneau défoncé de rubans de hêtre vert nouvellement varlopés, sans les fouler; puis, le fond de ce tonneau étant replacé, on y verse le moût, qui entre promptement en fermentation.

Il est aussi fort essentiel, quand on tient à la qualité, de soutirer le cidre à la fin de la fermentation tumultueuse, et un mois après le premier soutirage. C'est alors qu'on le met dans des tonneaux de 7 à 800 litres, où il reste jusqu'à la consommation.

Cidre mousseux. Quand on veut conserver le cidre à l'état doucereux, on le prépare, en Normandie ainsi qu'en Angleterre, d'une manière toute spéciale. Le procédé repose particulièrement sur l'interruption forcée de la fermentation du liquide. Voici en général comment on s'y prend en Angleterre. D'abord on obtient un moût de pre-

mière qualité avec des fruits de choix, puis on introduit ce jus comme à l'ordinaire dans un tonneau. Dès qu'il a déposé on le décante dans un autre tonneau, assez petit pour être complètement rempli, en prenant bien soin que ce transvasement ait lieu avant que la première ébullition cherche à se déclarer. Lorsque ce moût est resté 16 à 18 heures dans ce second fût, on approche du liquide une chandelle allumée, et si elle s'éteint, et annonce par là un commencement de fermentation, on transvase dans un troisième tonneau. Au bout de 5 à 8 jours, lorsque la chandelle allumée s'éteint de nouveau, on transvase encore, et l'on répète ce transvasement toutes les fois que l'on obtient avec la chandelle allumée le même résultat, ce qui souvent arrive toutes les trois semaines, surtout quand la première décantation a été opérée un peu trop tard.

S'il s'agit de *mettre le cidre en bouteilles* de manière qu'il se conserve *mousseux* et produise à son départ de la bouteille l'effet du vin de Champagne, on décante une seule fois le moût de pommes ou de poires avant la première apparence d'ébullition, dans un tonneau à l'intérieur duquel, pour paralyser la fermentation du liquide que l'on doit y verser, on fait brûler une mèche soufrée, ou mieux, pour ne pas donner de goût étranger, un peu d'alcool enflammé contenu dans une coupe et promené en tous sens ; puis, au bout de 6 à 7 jours, avant que la moindre fermentation ne se déclare,

on soutire dans des bouteilles de grès, comme étant plus solides et moins chères que celles en en verre; on bouche, on ficelle le bouchon et l'on goudronne ensuite; on garde ces bouteilles dans une cave bien fraîche, et dès le second mois on peut servir ce liquide au dessert en guise de vin de Champagne. L'opération du mutisme par le soufrage ou l'alcoolisation des tonneaux, appliquée aux cidres que l'on veut conserver en fût dans un état doucereux, évite d'être obligé de les transvaser aussi souvent.

En Normandie, après le deuxième soutirage du gros cidre de choix, on le met simplement dans des bouteilles de grès bouchées avec soin.

Le cidre préparé à la manière anglaise conserve ses propriétés et son goût agréable pendant 2 ou 3 ans, et peut, pendant l'hiver surtout, être transporté au loin.

Variétés de cidre. D'après ce que l'on vient de voir, les cidres doivent nécessairement beaucoup varier dans leur goût et leur force. En effet, met-on peu d'eau, il en résulte ce qu'on nomme du gros cidre, boisson enivrante, propre seulement aux aubergistes, aux habitans des villes qui les coupent avec de l'eau, ou aux bouilleurs, qui en retirent une assez grande quantité d'eau-de-vie; au contraire, ajoute-t-on plus ou moins d'eau, on obtient une boisson très saine sous le nom de petit cidre, ou de cidre mitoyen quand il tient le milieu entre ce dernier et le premier. D'un autre côté,

veut-on boire le cidre immédiatement après sa seconde fermentation, il a une saveur douce et sucrée, et est chargé d'acide carbonique, ce qui le rend malsain en même temps que peu agréable pour les palais normands, tandis que ce goût et ce piquant font alors seulement rechercher cette boisson par les étrangers. Plus tard, c'est-à-dire pendant les 3 ou 4 premiers mois, la fermentation diminue peu à peu, l'acide carbonique se dégage, la matière sucrée se métamorphose en alcool; alors il devient légèrement amer, quelquefois acide et piquant, et laisse à la bouche un arrière-goût variable suivant le terroir; à cette époque il a une couleur plus ou moins ambrée, et il est ce qu'on nomme *paré,* état sous lequel les habitans des pays à cidre trouvent seulement cette boisson potable.

Améliorations des cidres. D'après ce qui précède on voit que c'est à tort que tous les savans ont épuisé leur science à chercher un moyen qui pût conserver la saveur sucrée aux divers cidres. Leurs améliorations n'auraient jusqu'à présent en Normandie qu'un avantage; ce serait de pouvoir retarder la fermentation tumultueuse ou de rendre la seconde fermentation plus active, ce qui est important pour les habitans des villes, forcés la plupart du temps de couper leurs cidres après la première fermentation. Cette raison nous détermine à dire qu'on peut améliorer le cidre en y mêlant, après son premier soutirage, 1/10[e] de cidre doux n'ayant pas subi la fermentation tumultueuse, pour

soutirer ensuite le tout comme à l'ordinaire. C'est après le deuxième soutirage qu'on peut transporter ce cidre surchargé de matière sucrée dans les villes, et l'y couper avec de l'eau sans crainte de le rendre plat, puisque le mélange subira une deuxième fermentation. Si l'on veut le conserver doux, on réduit par une ébullition ce moût au 6°, comme l'a fait M. Payen, et on l'amalgame au cidre après sa première fermentation, ou même simplement à du petit cidre, ou à de l'eau; mais ce mélange ne fait toujours qu'un cidre sucré, estimé seulement des Parisiens, et totalement repoussé des personnes habituées à boire du cidre paré. Enfin, M. Descroizilles a eu l'idée, pour conserver plus long-temps ce liquide, de faire fermenter le jus et le marc ensemble, de renfermer le tout après la fermentation dans des tonneaux bien fermés, et de soumettre ensuite, au fur et à mesure des besoins, ce marc à la presse. Ce procédé peut avoir séduit son auteur, mais nous ne croyons pas qu'il ait souvent été appliqué.

Fabrication du poiré. — Outre le cidre proprement dit, résultant du jus de pommes ayant subi la fermentation alcoolique, il existe une autre boisson composée seulement de jus de poires, qui se fabrique absolument de la même manière que celle provenant des pommes. Cependant il est bon de faire observer que, pour faire le meilleur poiré possible, il faut piler aussi-

de celle du vin. Le poiré produit en outre un vinaigre bien supérieur à celui du cidre. Enfin, les poires fournissant moitié plus de jus que les pommes, il faut communément moins de poires pour avoir la même quantité de liqueur, et les poiriers ordinairement rapportent plus de fruits que les pommiers ; et comme ils sont plus élevés, qu'ils soutiennent mieux leurs branches, ils nuisent beaucoup moins aux moissons que les pommiers, fleurissent et se récoltent avant eux, ce qui empêche les gelées de leur nuire autant qu'aux pommiers ; d'où il résulte qu'en choisissant les meilleures variétés de poires, en les brassant avec intelligence et sans ajouter d'eau, les fermiers trouveraient des bénéfices avantageux dans la fabrication du poiré. »

Maladies des cidres. — Les maladies des cidres les plus communes sont assurément celles qu'ils prennent tous en vieillissant ; elles tiennent à la mauvaise méthode de tirer cette boisson à la pièce au fur et à mesure des besoins, et à ce qu'on la met dans des pièces environ quatre fois trop grandes. Cette manière de tirer les cidres et de les laisser fort long-temps en vidange sur la lie, fait subir à cette boisson diverses transformations nuisibles à leur qualité. D'abord, elles lui font perdre peu à peu ses qualités sapides, et alors le cidre, dans cet état d'altération, *se tue*, c'est-à-dire noircit ; c'est là une maladie incurable, à laquelle sont particulièrement exposés les cidres des pays froids

et humides, maladie cependant que l'on corrige sensiblement par une addition de cassonade et de gomme.

Bientôt la fermentation alcoolique, continuellement tourmentée par l'influence de l'air atmosphérique, fait place à la fermentation acétique, qui donne à cette boisson une saveur légèrement acide, que l'on ne peut corriger, mais qui cependant ne la rend point imbuvable pour les personnes qui y sont habituées. Peu à peu la même cause, surtout quand il y a beaucoup de lie dans le tonneau, fait succéder la fermentation putride à cette acidité; d'où il résulte que le cidre n'est plus propre qu'à être brûlé, c'est-à-dire réduit en une eau-de-vie à laquelle un mauvais travail laisse un goût d'empyreume désagréable, qui la fait cependant rechercher dans la Basse-Normandie; goût, du reste, qu'une rectification soignée des petites eaux sur du chlorure de chaux, ou dans des appareils distillatoires particuliers, pourrait facilement faire disparaître.

Enfin, une des maladies les plus communes, et qui passe souvent encore à la fermentation putride, est le *graissage*, qui semble avoir la plus grande analogie avec la maladie des vins portant le même nom. On peut, pour les deux liquides, employer des moyens de guérison semblables. Ainsi, une addition de 5 litres d'alcool, ou de 7 onces de cachou ou de sucre, ou de 14 à 21 litres de poi-

res concassées par pièce de 7 à 800 litres, rétablissent quelquefois le cidre qui tourne au gras (1).

Cormé. Dans quelques contrées de la France, on voit encore des cormiers centenaires, dont les fruits ou cormes rendent, en les traitant comme les poires et les pommes, une boisson, portant le nom de *cormé*, encore plus âcre que le poiré. Aussi, dans les pays où l'on trouve de ces fruits, on les fait servir à l'amélioration des cidres qui veulent tourner au gras, plutôt que de les employer seuls. La fabrication du cormé n'ayant rien de particulier, nous ne nous y arrêterons pas; seulement, on ne doit piler ces fruits que lorsqu'ils ont molli, comme les nèfles, sur la paille; car la boisson qu'ils rendent est tellement âcre, qu'il vaut mieux sacrifier un peu de la qualité du jus et l'obtenir aussi adouci que possible.

Historique. — La connaissance du cidre et du poiré remonte à une assez haute antiquité (2), quoique cependant celle de la bière soit encore plus ancienne, puisqu'elle se perd dans l'histoire

(1) Nous avons annoncé par erreur, dans le sommaire, les maladies de certains fruits et la *cellulostase*. Nous aurions quelques mots à dire sur cette question; mais comme c'est là un sujet purement physiologique, nous croyons, toute réflexion faite, devoir passer outre.

(2) Les anciens connaissaient le cidre et le poiré, puisque Pline fait mention de ces deux liqueurs. Le mot *cidre*, qu'on écrivait d'abord *sidre*, dérive du nom latin *sicera*, qui servait à désigner toutes les liqueurs fermentées autres que le vin.

fabuleuse de Cérès et d'Osiris. Si c'est à tort que quelques écrivains ont attribué aux Maures l'introduction du pommier et du poirier en Espagne, puisqu'il paraît bien démontré que ces arbres sont indigènes de toute l'Europe méridionale, il est à peu près certain que ce sont eux qui ont fait connaître, dans la Navarre et la Biscaye, l'art d'extraire de leurs fruits des boissons salutaires.

Ce sont les Dieppois, ces antiques navigateurs, qui ont rapporté, de ces derniers pays, les meilleures variétés de ces arbres, qui devaient un jour couvrir le sol de la Normandie et contribuer à sa prospérité. L'époque précise de cette première importation est ignorée; on peut toutefois la placer au sixième siècle, puisque dès 587 le poiré était une liqueur déjà assez connue pour que sainte Radegonde, reine de France, en bût journellement. Ce n'est cependant qu'à partir du quatorzième siècle que l'usage du cidre est devenu général dans la Normandie, où la bière était jadis la boisson populaire de cette province. L'emploi du cidre et du poiré se répandit dans quelques autres parties de la France, d'où il fut transporté plus tard en Angleterre, en Allemagne, en Russie et en Amérique. C'est cependant encore dans quelques crûs de la Normandie qu'on prépare les boissons de ce genre les plus renommées.

Commerce. — Production. — Prix. — Quarante de nos départemens, c'est-à-dire près de la moitié de la surface du territoire français, cultivent le

pommier et brassent des cidres. Il est à remarquer que, dans ces départemens, près de la moitié sont situés dans le rayon nord de la France, un dixième dans le rayon ouest, ou plutôt nord-ouest, un cinquième dans le centre, trois seulement à l'est, et autant dans le midi. Mais c'est surtout en raison de la quantité des produits que cette répartition devient tranchée. La production totale des douze départemens de l'est, du midi et du centre, qui se livrent à la fabrication du cidre, n'est guère que de 14 à 15000 hectolitres; tandis que les départemens du nord et du nord-ouest en fabriquent annuellement de 7 à 8 millions d'hectolitres. Sur cette quantité, les cinq départemens de la Normandie (1) en fournissent à eux seuls près de la moitié (plus de 4 millions d'hectolitres), représentant une valeur de 34 millions de francs environ. Les cinq départemens de la Bretagne produisent annuellement 1790000 hectolitres de cidre, terme moyen, représentant une valeur de 13 à 14 millions de francs.

(1) D'après des relevés statistiques qui méritent quelque confiance, la quantité de cidre et de poiré fabriqués dans les cinq départemens de l'ancienne Normandie, s'élève aux chiffres suivans :

	Cidre.	Poiré.
Seine-Inférieure......	1621921 hect.	»
Calvados............	901231 hect.	118449 hect.
Eure................	564293 hect.	92378 hect.
Manche.............	562668 hect.	281332 hect.
Orne...............	472334 hect.	375666 hect.
Total...	4122447 hect.	867825 hect.

Le département le plus riche en cidre est celui de la Seine-Inférieure, dont la fabrication annuellement représente une valeur de 15 millions de francs : c'est plus du tiers de la production totale de la France. Viennent ensuite, dans l'ordre de leur plus grande richesse, les départemens du Calvados, d'Ille-et-Vilaine, de l'Eure, de la Manche, du Morbihan, de l'Orne, de la Sarthe, de la Somme, d'Eure-et-Loir et de l'Aisne. Le plus pauvre en cidre, des départemens qui en fabriquent, est celui de la Moselle. Viennent ensuite ceux du Lot, de la Loire, de l'Aveyron, de l'Ain et de la Creuse, qui font annuellement de 100 à 1000 hectolitres de cidre; puis ceux du Cher, de la Nièvre, de l'Allier, du Bas-Rhin, des Basses-Pyrénées, de l'Yonne et de l'Aube, qui n'en donnent ensemble que de 1000 à 4000 hectolitres.

Sur les quantités de cidre fournies par les cinq départemens de la Normandie, on convertit en eau-de-vie, à 20 ou 22°, dans le Calvados, plus de 150000 hectolitres de cidre ou de poiré pur; dans l'Eure, 90000 hectolitres de poiré; dans la Manche, à peu près la même quantité; dans l'Orne, 66570 hectolitres de poiré.

Le commerce du cidre et de l'eau-de-vie qu'on en retire forme, dans quelques parties de la Normandie, mais particulièrement dans le pays d'Auge, une des branches importantes de l'industrie agricole. La plus grande partie des cidres d'Annebault, Dozulé, Pont-l'Evêque, etc., se

vendent pour Rouen et le Havre; ceux des cantons de Cambremer, Mezidon et Livarot, approvisionnent les villes de Lisieux, Caen et Falaise. Les cidres des environs de Caen et du Bessin se consomment à peu près entièrement dans le pays. Les ports de Granville et de Saint-Malo tirent une certaine quantité de cidre des ports de la Manche pour les navires que ces villes expédient à la pêche de la baleine et de la morue. On en fait aussi quelques exportations, mais peu considérables, pour Jersey.

Au total, on évalue la quantité de cidre fabriquée annuellement en France à 7600000 hectolitres, représentant une valeur de 59 millions de francs. En y comprenant le poiré, on porte à 8868735 hectolitres cette quantité, qui représente une valeur de 67178956 francs (1).

(1) Le prix du cidre dans le pays d'Auge est, terme moyen, de 100 fr. le tonneau de 800 pots, ou 16 hectolitres; il va quelquefois, selon la rareté des pommes, jusqu'à 200 et même 300 fr. Les cidres du Bocage et du département de la Manche sont généralement moins chers; le prix du tonneau, année commune, est de 60 à 80 fr.

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE PREMIER VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU PREMIER VOLUME.

THE PROPERTY OF THE NEW YORK SOCIETY LIBRARY





